



INFORME N° 11-2025-UNACH/UI/MAST

A : M.Sc. Ing. Carlos Tapia Cabrera
Presidente del jurado de tesis FCI-UNACH.

ASUNTO : Constancia de Originalidad de Turnitin de GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS.

FECHA : Colpa Matara, 15 de mayo del 2025.

REFERENCIA: i) Envío de tesis en digital en su versión final
ii) CARTA N° 11-2025-CTC/UNACH / Conformidad por parte del presidente del jurado de tesis.
iii) INFORME N° 004-2025-UNACH-FCI-EPIC-DAME/JEGG / Conformidad por parte del secretario del jurado de tesis.
iv) INFORME N° IV A-2025-I-VBLR/UNACH / Conformidad por parte del vocal del jurado de tesis

De mi mayor consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresar mi saludo, y a la vez alcanzar la constancia de originalidad de TURNITIN de la tesis denominada: **“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F’C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil **GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS**, para continuar con sus trámites ante la UNACH.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle las muestras de mi distinguida consideración y estima.

Atentamente,

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

CC.

Archivo

Adjunto:

- 1) Constancia de originalidad N° 11.
- 2) Reporte TURNITIN



Colpa Matara, 15 de mayo del 2025.

C.O. N° 11-2025-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD




El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F’C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 10% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 K...

-  Informe Final de Tesis
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2025-1
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3249857788

Fecha de entrega

14 may 2025, 8:43 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 may 2025, 9:50 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS_-_Gisela_Herrera_Campos.docx

Tamaño de archivo

5.9 MB

168 Páginas

37.765 Palabras

206.200 Caracteres




10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 10 words)

Top Sources

- 8%  Internet sources
- 1%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 8% Internet sources
- 1% Publications
- 5% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	
repositorio.unach.edu.pe		3%
2	Internet	
hdl.handle.net		1%
3	Student papers	
Universidad Andina del Cusco		<1%
4	Student papers	
Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez		<1%
5	Internet	
repositorio.upn.edu.pe		<1%
6	Internet	
www.repositorio.unach.edu.pe		<1%
7	Student papers	
uncedu		<1%
8	Student papers	
Universidad Privada del Norte		<1%
9	Internet	
repositorio.ucv.edu.pe		<1%
10	Student papers	
Universidad Tecnologica de los Andes		<1%
11	Student papers	
Universidad Cesar Vallejo		<1%

12	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
13	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
14	Student papers	Universidad Tecnologica del Peru	<1%
15	Internet	repositorio.unp.edu.pe	<1%
16	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
17	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	<1%
18	Student papers	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
19	Student papers	unasam	<1%
20	Student papers	Universidad Continental	<1%
21	Internet	inba.info	<1%
22	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
23	Internet	qdoc.tips	<1%
24	Student papers	Universidad Privada Antenor Orrego	<1%
25	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%

26	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
27	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
28	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
29	Internet	repositorio.ujcm.edu.pe	<1%
30	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	<1%
31	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
32	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
33	Publication	Luis Daniel Zambrano Navarrete, Ronnie Jefferson Alava Santos, Wilter Enrique R...	<1%
34	Student papers	Universidad Catolica Sedes Sapientiae	<1%
35	Student papers	Universidad Alas Peruanas	<1%
36	Publication	Huisa Mamani, Fidel. "Dren anóxico calizo para el tratamiento de aguas ácidas de..."	<1%
37	Publication	Joel Bolaño, Joyce De la Iglesia, Michel Murillo, Daniel Abudinen, Fausto A. Canal...	<1%
38	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
39	Internet	laccei.org	<1%

40	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
41	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
42	Internet	96abf9fb-a2b4-4f23-8e8b-68d6bbf54168.usrfiles.com	<1%
43	Publication	A. Raza, B. Ali, F.U. Haq, M. Awais, M.S. Jameel. "Influence of fly ash, glass fibers a...	<1%
44	Publication	Villasante Saravia, Simon Eduardo. "Composición corporal y actividad física en est...	<1%
45	Internet	docplayer.es	<1%
46	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
47	Internet	repositorio.unh.edu.pe	<1%
48	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
49	Student papers	uni	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 210$**

Kg/cm², CHOTA, 2024

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

Asesor:

Dr. EDWAR CIEZA SÁNCHEZ

Chota – Perú

2025



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: HERRERA CAMPOS GISELA JOHANA

Código del alumno: 2018052016

Correo electrónico: herrera123987@gmail.com

Teléfono: 940622636

DNI: 74218472

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

"INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024"

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERIA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: CIEZA SÁNCHEZ, EDWAR

Correo electrónico: edwarcs_2014@hotmail.com

Teléfono: 972698285

D.N.I.: 45795431

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA: HERRERA CAMPOS GISELA JOHANA

DNI: 74218472

Fecha, 24/09/2025

**INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN
LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

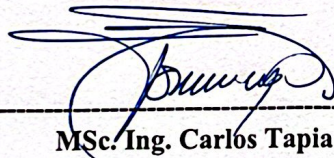
F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

POR:

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

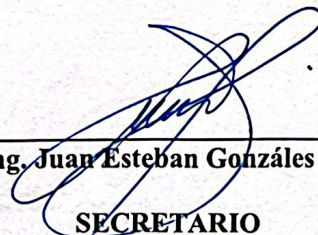
**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

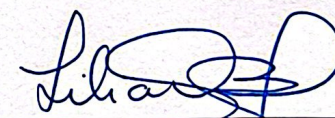


MSc. Ing. Carlos Tapia Cabrera

PRESIDENTE



Dr. Ing. Juan Esteban Gonzáles García
SECRETARIO



Mg. Ing. Lilian Rocío Villanueva Bazán
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 9:00 pm del día 28 de mayo de 2025, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller: **Gisela Johana Herrera Campos**, denominada: **"INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², Chota, 2024"**; escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

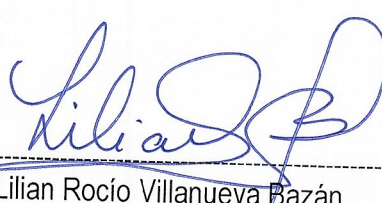
19


En consecuencia, se le declara **EXPEDITOS** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 28 de mayo de 2025.


M.Sc. Carlos Tapia Cabrera.
PRESIDENTE


Dr. Juan Esteban Gonzales Garcia.
SECRETARIO


Mg. Lilian Rocío Villanueva Bazán
VOCAL


Dr. Edwar Cieza Sánchez.
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: "INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Chota, 2024"; presentado por el Bachiller: **Gisela Johana Herrera Campos**, sustentada el día 21 de mayo de 2025, según Resolución de Coordinación N°119-2025-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 14 de agosto de 2025.

M.Sc. Carlos Tapia Cabrera.
PRESIDENTE

Dr. Juan Esteban Gonzales Garcia.
SECRETARIO

Mg. Lilian Rocío Villanueva Bazán
VOCAL

Dr. Edwar Cieza Sánchez.
ASESOR

DEDICATORIA

A mi hija por ser mi fortaleza para cada día ser mejor, por ser esa luz de esperanza cuando todo parece oscuro; a mi hermana por ser mi soporte y mi apoyo cuando más la necesito; a mi madre por nunca rendirse y por su esfuerzo para ser cada día mejor; a mis abuelos por siempre estar ahí para mí aconsejándome apoyándome y cuidando de mí; y a cada una de esas personas que estuvieron ahí para mí en cada una de las etapas hasta lograr esta meta les dedico esto.

Gisela Johana Herrera Campos

AGRADECIMIENTOS

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiar cada paso en este camino de formación académica, brindando la oportunidad de culminar con éxito esta investigación y superando los desafíos con determinación.

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Edwar Cieza Sánchez, por su invaluable orientación, paciencia y compromiso en el desarrollo de esta tesis. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para la consolidación de este trabajo, brindando el apoyo necesario para alcanzar los objetivos planteados.

De igual manera, agradezco al técnico del laboratorio CIEXLIAN, por su colaboración y disposición para facilitar el acceso a los equipos y materiales necesarios, permitiendo la correcta ejecución de los ensayos de laboratorio. Su apoyo fue esencial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota y a su distinguida plana docente, por contribuir a mi formación profesional, brindando las herramientas y conocimientos necesarios para el desarrollo de esta investigación. La educación recibida ha sido un pilar fundamental en mi crecimiento académico y personal.

Finalmente, un especial agradecimiento a mi familia y amigos, quienes han sido un soporte incondicional en este proceso. Su apoyo, palabras de aliento y confianza han sido la motivación para continuar adelante y culminar con éxito esta etapa.

A todos, mi más profunda gratitud.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo general.....	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	27
2.1.3. Antecedentes regionales	31
2.2. Bases teórico – científicas	33
2.2.1. Teorías del concreto simple	33
2.2.2. Relación entre tiempo y tipo de curado en la resistencia del concreto	38
2.3. Marco conceptual	43
2.3.1. Concreto.....	43
2.3.2. Curado del concreto	51
2.3.3. Tiempo de curado	52
2.3.4. Tipos de curado.....	53
2.3.5. Propiedades del concreto endurecido	56
2.3.6. Resistencia a compresión del concreto	57
2.3.7. Norma ASTM C-1034 o NTP 339.213 (2019) Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto	60
2.3.8. Costos de curación del concreto	60
2.4. Hipótesis	61

2.5. Operacionalización de variables	61
2.5.1. Variable independiente: Tipo y tiempo de curado.....	61
2.5.2. Variable dependiente: Resistencia a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	62
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	64
3.1. Tipo y nivel de investigación	64
3.2. Diseño de investigación	65
3.3. Métodos de investigación.....	67
3.4. Población, muestra y muestreo	67
3.4.1. Población	67
3.4.2. Muestreo	67
3.4.3. Muestra	68
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	69
3.5.1. Técnicas	69
3.5.2. Instrumentos	69
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	70
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	70
3.6.2. Procesamiento de datos.....	109
3.6.3. Análisis de datos	110
3.7. Aspectos éticos	111
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	113
4.1. Descripción de resultados	113
4.1.1. Características del proceso de hidratación y endurecimiento del concreto	113
4.1.2. Resistencia a compresión del concreto sometido a diferentes tiempos y tipos de curado	120
4.1.3. Efectividad técnica y económica de los diferentes tiempos y tipos de curado del concreto	146
4.2. Contrastación de hipótesis.....	151
4.3. Discusión de resultados.....	157
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	167
5.1. Conclusiones	167

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	168
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	170
CAPÍTULO VII. ANEXOS	182
Anexo A. Matriz de consistencia.....	182
Anexo B. Panel fotográfico	183
Anexo C. Datos Meteorológicos durante el periodo de curado para la estación Chota de acuerdo a Senamhi (2025)	188
Anexo D. Resultado de ensayos de laboratorio.....	190
Anexo E. Documentación.....	198
Anexo F. Resultado de ensayos de laboratorio.....	200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Huso Granulométrico para el Agregado Fino	45
Tabla 2	Huso Granulométrico para el Agregado Grueso Huso #467.....	45
Tabla 3	Consistencia del Concreto.....	49
Tabla 4	Peso Unitario del Concreto	50
Tabla 5	Matriz de Operacionalización de Variables	63
Tabla 6	Tipo de Investigación.....	64
Tabla 7	Número de Probetas de Concreto según Tipo y Tiempo de Curado en Chota.....	68
Tabla 8.	Ubicación Geográfica de las Canteras.....	72
Tabla 9	Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados Utilizados en el Concreto	78
Tabla 10	Relación a/c de Acuerdo a la Resistencia.....	80
Tabla 11	Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario del Concreto	81
Tabla 12	Datos Base del Diseño de Mezcla.....	84
Tabla 13	Proporción de Mezcla en Peso y Volumen de los Materiales para Elaborar 1 m ³ de Concreto	84
Tabla 14	Proporción de Mezcla en Peso por Tanda de los Materiales para Elaborar 1 m ³ de Concreto	85
Tabla 15	Cantidades en Obra de los Materiales para Elaborar 1 m ³ de Concreto	85
Tabla 16	Asentamiento de la Mezcla de Concreto f'c 210 kg/cm ² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba.....	90
Tabla 17	Temperatura de la Mezcla de Concreto f'c 210 kg/cm ² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba.....	91
Tabla 18	Contenido de Aire (%) de la Mezcla de Concreto f'c 210 kg/cm ² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba.....	92
Tabla 19	Peso Unitario (kg/m ³) de la Mezcla de Concreto f'c 210 kg/cm ² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba.....	93
Tabla 20	Precisión del Ensayo a Compresión de Acuerdo al CV	110
Tabla 21	Fases del Proceso de Hidratación del Concreto	113
Tabla 22	Tiempo de Fraguado Inicial (Minutos) del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado	114
Tabla 23	Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto de Acuerdo al Tipo y Tiempo de Curado.....	115
Tabla 24	Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sometidas a Curado por Inmersión Continua en Agua (Tipo Probetas de Laboratorio).....	117

Tabla 25 Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sometidas a Curado por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	118
Tabla 26 Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sometidas a Curado por Aspersión con Agua (Tipo Obra).....	119
Tabla 27 Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sin Curado Expuestas al Medio Ambiente (en Seco).....	119
Tabla 28 Resistencia a Compresión del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado.....	121
Tabla 29 Porcentaje de Resistencia a Compresión del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado Alcanzado Respecto al F'c 210 kg/cm ²	124
Tabla 30 Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)	126
Tabla 31 Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio).....	128
Tabla 32 Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio).....	128
Tabla 33 Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio).....	129
Tabla 34 Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio).....	130
Tabla 35 Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio).....	130
Tabla 36 Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)	131
Tabla 37 Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	133
Tabla 38 Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	133
Tabla 39 Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	134
Tabla 40 Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	135
Tabla 41 Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	135
Tabla 42 Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra).....	136
Tabla 43 Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)	138

Tabla 44 Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)	138
Tabla 45 Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)	139
Tabla 46 Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)	140
Tabla 47 Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)	140
Tabla 48 Resistencia a Compresión de las Probetas sin Curado Expuestas al Medio Ambiente (En Seco).....	141
Tabla 49 Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente.....	143
Tabla 50 Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente.....	143
Tabla 51 Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente.....	144
Tabla 52 Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente.....	145
Tabla 53 Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente.....	145
Tabla 54 Costo efectividad del Curado del Concreto de Acuerdo al Tipo de Curado	146
Tabla 55 Ventajas y Desventajas de cada Tipo de Curado del Concreto de Acuerdo a la Resistencia y Costos Incurridos	150
Tabla 56 Datos Utilizados en la Resistencia a Compresión del Concreto con Diferentes Tipos y Tiempos de Curado	152
Tabla 57 Información de los Factores	153
Tabla 58 Análisis de Varianza de la Resistencia a Compresión del Concreto según Tipo y Tiempo de Curado	154
Tabla 59 Estadísticas Descriptivas de la Resistencia a Compresión de Acuerdo al Tipo de Curado	154
Tabla 60 Prueba t-student de Dos Muestras de la Resistencia a Compresión de Acuerdo al Tipo de Curado	155
Tabla 61 Prueba t-student de la Resistencia a Compresión del Concreto	155
Tabla 62 Correlaciones de Pearson entre Tipo de Curado, Edad de Curado y Resistencia a Compresión del Concreto.....	156
Tabla 63 Rendimientos de la Mano de Obra en el Proceso de Curado	190
Tabla 64 Costo Unitario de Curado de Concreto en Columnas por Aspersión.....	192

Tabla 65	Costo Unitario de Curado de Concreto en Columnas con Frazadas	193
Tabla 66	Costo Unitario de Curado de Concreto en Vigas por Aspersión con Manguera	194
Tabla 67	Costo Unitario de Curado de Concreto en Vigas con Frazadas	194
Tabla 68	Costo Unitario de Curado de Concreto en Losas por Aspersión con Manguera	196
Tabla 69	Costo Unitario de Curado de Concreto en Losas con Frazadas	196
Tabla 70	Costo Unitario de Curado de Concreto en Losas con Arrocera.....	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Distribución del Producto de Hidratación entre el Agua del Gel y el Cemento	33
Figura 2	Ganancia de Resistencia del Concreto Respecto al Tiempo de Curado	36
Figura 3	Madurez del Concreto en Muestras a Diferente Temperatura	37
Figura 4	Proporciones Comunes de las Materias Primas del Concreto	43
Figura 5	Componentes del Concreto	44
Figura 6	Secuencia de Diseño de Mezclas	48
Figura 7	Propiedades del Concreto en Estado no Endurecido	49
Figura 8	Tipos de Curado.....	53
Figura 9	Propiedades del Concreto en Estado Endurecido	56
Figura 10	Diagramas de Fallas en Probetas de Concreto Sometidas a Carga Axial	57
Figura 11	Factores que Influyen en la Resistencia a Compresión	58
Figura 12	Diseño de Investigación: Cuasiexperimental de Pre-test y Pos-test	66
Figura 13	Proceso de Obtención de Datos	71
Figura 14	Ubicación de las Canteras.....	72
Figura 15	Realización de Ensayos de Laboratorio en Agregados: Granulometría del Agregado Grueso	77
Figura 16	Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	79
Figura 17	Curva Granulométrica del Agregado Grueso	79
Figura 18	Ensayos en Estado Fresco en el Concreto: Asentamiento	89
Figura 19	Elaboración de los Especímenes de Concreto	95
Figura 20	Proceso de Curado de las Probetas por Inmersión Continua en Agua.....	98
Figura 21	Proceso de Curado de las Probetas por Aspersión con Agua	100
Figura 22	Proceso de Curado de las Probetas Cubierto con Frazadas	101
Figura 23	Sin Curado las Probetas son Expuestas al Medio Ambiente	103
Figura 24	Temperatura, Humedad y Precipitación Registrada en la Ciudad de Chota Durante el Periodo de Curado de 56 Días.....	104
Figura 25	Área Lateral y en la Base de una Probeta de Concreto.....	105
Figura 26	Ejemplo del Registro del Área de Fisuración en una Probeta de Concreto	106
Figura 27	Tipos de Fallas Registradas en el Proceso de Rotura a Compresión de Probetas de Concreto	108
Figura 28	Realización del Ensayo de Resistencia a Compresión.....	108
Figura 29	Datos Registrados por la Máquina de Ensayo a Compresión	109
Figura 30	Promedio del Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto de Acuerdo al Tipo de Curado.....	116

Figura 31 Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto de Acuerdo al Tipo y Tiempo de Curado	116
Figura 32 Resistencia a Compresión del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado	125
Figura 33 Resistencia a Compresión del Concreto a los 28 Días Sometido a Diferentes Tipos de Curado	125
Figura 34 Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)	127
Figura 35 Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas).....	132
Figura 36 Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)	137
Figura 37 Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas sin Curado Expuestas al Medio Ambiente (En Seco)	142
Figura 38 Costo del Curado de Concreto de Acuerdo al Elemento Estructural	146
Figura 39 Prueba de Normalidad de la Resistencia a Compresión	153
Figura 40 Cálculo del Aporte de Uso de la Frazada	191

RESUMEN

En la ciudad de Chota, no hay estudios sobre la influencia del tipo y tiempo de curado en la resistencia a compresión del concreto aun cuando investigaciones previas han demostrado que muchas estructuras no alcanzan la resistencia mecánica requerida, posiblemente debido a la ausencia de curado adecuado. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del tipo y tiempo de curado en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con la finalidad de establecer el método de curado más adecuado que permita maximizar la resistencia del material y reducir costos de producción para construcciones de la ciudad de Chota. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel explicativo, se elaboraron 80 probetas de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sometidas a curado externo por aspersión (tipo obra), inmersión en agua, recubrimiento húmedo con frazadas y sin curado exposición al medio ambiente, para evaluar su resistencia a compresión a los 3, 7, 14, 28 y 56 días. Se determinó que, el concreto sin curado es más propenso a presentar fisuración durante el endurecimiento (14.7%). Respecto a la resistencia a compresión, el concreto sometido a curado por inmersión en agua fue el más efectivo, con 260.52 kg/cm^2 a los 26 días, mientras que la exposición al medio ambiente no supero la resistencia de diseño (202.68 kg/cm^2); así mismo, en términos de costo/efectividad, el curado por aspersión fue el más rentable para columnas y vigas, mientras que el curado por inmersión por arrocetas resultó óptimo para losas. Se concluye que el tipo y tiempo de curado influyen significativamente en la resistencia del concreto, con coeficientes de correlación de Pearson mayores a 0.90.

Palabras clave: curado del concreto, resistencia a compresión, tipos de curado, tiempos de curado.

ABSTRACT

In the city of Chota, there are no studies on the influence of the type and time of curing on the compressive strength of concrete, even though previous research has shown that many structures do not reach the required mechanical strength, possibly due to the absence of adequate curing. Therefore, the objective of this research was to determine the influence of the type and time of curing on the compressive strength of concrete $f_c = 210$ kg/cm², in order to establish the most appropriate curing method to maximize the strength of the material and reduce production costs for constructions in the city of Chota. The study was developed under a quantitative approach, applied and explanatory level, 80 concrete specimens $f_c = 210$ kg/cm² were elaborated, subjected to external curing by aspersion (construction site type), water immersion, humid covering with blankets and without curing, exposure to the environment, to evaluate its compressive strength at 3, 7, 14, 28 and 56 days. It was determined that uncured concrete is more prone to cracking during hardening (14.7%). Regarding the compressive strength, the concrete subjected to water immersion curing was the most effective, with 260.52 kg/cm² at 26 days, while exposure to the environment did not exceed the design strength (202.68 kg/cm²); likewise, in terms of cost/effectiveness, spray curing was the most cost-effective for columns and beams, while immersion curing by rice paddies was optimal for slabs. It is concluded that the type and time of curing significantly influence concrete strength, with Pearson correlation coefficients greater than 0.90.

Keywords: concrete curing, compressive strength, curing types, curing times.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El concreto por su resistencia, durabilidad y versatilidad es ampliamente utilizado en construcción (Griffiths et al., 2023). La resistencia a compresión del concreto refleja su capacidad para soportar cargas pesadas sin deformarse permanente (Castillo et al., 2021), pero un factor que influye en sus propiedades mecánicas es el proceso de curado, que consiste en conservar el concreto húmedo por un periodo de tiempo determinado después de su colocación para que alcance su resistencia máxima (Pawar y Kate, 2020). Estudios, como el de Hamada et al. (2022) y Wang et al. (2022), han demostrado que los tipos y tiempos de curado influyen en la capacidad mecánica del concreto, por lo que, la comprensión de estos procesos de hidratación garantizará su calidad y capacidad estructural.

De acuerdo con Atsbaha y Zhutovsky (2022) existen métodos de curado externo e interno, cada uno con sus ventajas y desventajas. El curado externo, también conocido como tradicional o convencional, puede llevarse a cabo por métodos de curado con agua y métodos de curado sellado (Danish et al., 2020). Pero, en Perú, la norma técnica E.060 (MVCS, 2009) establece los lineamientos para el curado del concreto en obra y en laboratorio, enfocados a métodos de curado externo con agua potable. Los métodos de curado externo con agua incluyen: inmersión, se aplica sumergiendo completamente el elemento de concreto en agua (proceso de laboratorio) (Pawar y Kate, 2020); curado por aspersión, proporciona humedad adicional para el proceso de curado (Yuan et al., 2023); el recubrimiento húmedo (curado usando mantos), para este proceso se puede utilizar arpillera, estera de algodón o trapos (Atsbaha y Zhutovsky, 2022).

Además de los tipos de curado, el tiempo de curado es otro factor crítico, de acuerdo a Nematollahzade et al. (2020) y Dorn et al. (2022) el tiempo de curado influye en la hidratación del cemento y en la formación de productos de hidratación que contribuyen a la resistencia del concreto. Un tiempo de curado más largo condesciende en la hidratación más completa, lo que resulta en la mejora de la capacidad mecánica del concreto (Hedjazi y Kabir, 2022), mientras que, un tiempo de curado insuficiente puede derivar en hidratación incompleta y menor cantidad de cristales de hidratación (Xu et al., 2023), generando un concreto de menor densidad y baja resistencia (Mohammed et al., 2021). Por lo que, es importante seguir los tiempos de curado recomendados por las normativas.

A nivel local, en la ciudad de Chota, no se han realizado investigaciones previas que analicen la influencia de los tipos y tiempos de curado externo en la resistencia a compresión del concreto. Por lo que, ante la ausencia de dicho conocimiento científico es posible que el concreto no alcance la resistencia deseada, lo que puede llevar a fallas estructurales o un desempeño deficiente (Hamada et al., 2022). Quintana (2022) evaluó el revenimiento y resistencia del concreto en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota, determinando que, el 96.7% de las muestras de concreto no alcanzó la capacidad mecánica requerida, e incluso no logra satisfacer los requisitos mínimos de la norma E.060. Si bien el autor no argumenta que, motivos pueden estar generando esa baja capacidad mecánica si da nociones del proceso de elaboración del concreto en obra, y en su descripción de pasos no figura ningún método de curado, más que la exposición al medio ambiente; siendo así, este podría ser uno de los motivos que conduce a la menor resistencia del concreto en las construcciones locales.

El curado adecuado del concreto ayuda a reducir la contracción y la generación de tensiones internas que pueden provocar fisuras y agrietamientos, siendo así, la falta de conocimiento sobre el curado puede aumentar el riesgo de aparición de estas fallas, lo cual es perjudicial para la resistencia y el aspecto estético del concreto (Atsbha y Zhutovsky, 2022). El curado adecuado favorece la resistencia del concreto, pero, sin un curado adecuado, el concreto puede volverse más susceptible a la entrada de agua, productos químicos agresivos y otros agentes dañinos, lo que a su vez puede acelerar el deterioro del material (Cremones et al., 2022). Así mismo, si el concreto no alcanza la resistencia requerida o se producen fisuras y agrietamientos debido a un curado inadecuado, puede ser necesario realizar reparaciones y/o reemplazos costosos o requerir un mantenimiento y una rehabilitación más frecuentes, lo que incrementa los costos a largo plazo (Sainz-Aja et al., 2020).

Contar con la información pertinente para identificar y aplicar los tipos y tiempos de curado adecuados permitirá que las estructuras de concreto en Chota alcancen la resistencia deseada; además, conocer las prácticas de curado más eficaces puede reducir los costos asociados a reparaciones y mantenimiento, evitando pérdidas económicas significativas debido a fallos estructurales. Por ello, en la investigación se tuvo como objetivo evaluar la influencia del tipo y tiempo de curado en la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm², Chota. El propósito fue identificar el método de curado más adecuado que permita alcanzar la resistencia deseada en un menor tiempo y con costos accesibles para construcciones de la ciudad de Chota.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influyen los tipos y tiempos de curado en la resistencia a la compresión del concreto $F'c$ 210 kg/cm², y el costo de producción del concreto en Chota, 2024?

1.3. Justificación

El estudio de la influencia de los tipos y tiempos de curado del concreto en su resistencia a compresión tiene varios aportes teóricos y prácticos a la investigación científica; con el desarrollo del estudio se mejorará la comprensión de los procesos de endurecimiento del concreto, donde el curado es un proceso crítico que afecta directamente la capacidad mecánica del material.

Desde una perspectiva metodológica, la investigación se guiará por procedimientos dados en las normas técnicas peruanas (NTP) para evaluar cómo los diferentes tipos y tiempos de curado influyen en la resistencia a compresión del concreto, lo que permitirá la obtención de datos confiables y reproducibles, fortaleciendo la validez del estudio, y garantizando su replicabilidad en futuras investigaciones.

En el aspecto práctico, la información generada será de gran utilidad para la industria de la construcción, ya que ofrecerá lineamientos claros sobre los métodos y tiempos de curado más efectivos para mejorar la resistencia del concreto, lo que permitirá establecer pautas para el curado adecuado del concreto en diferentes condiciones y aplicaciones, lo que ayuda a garantizar que las estructuras sean capaces de soportar las cargas previstas y sean resistentes; particularmente en la provincia de Chota, donde factores ambientales específicos pueden influir en los resultados, por lo que, el estudio contribuirá con soluciones adaptadas a las condiciones locales.

Desde el enfoque académico, esta investigación ampliará el conocimiento en el ámbito de la tecnología del concreto, beneficiando a estudiantes, docentes e investigadores al proporcionar una comprensión más profunda sobre los procesos de hidratación, endurecimiento y comportamiento mecánico del concreto. Además, permitirá reflexionar sobre la relación costo-beneficio de la implementación de diferentes técnicas de curado, incentivando la mejora continua en los proyectos de concreto armado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia del tipo y tiempo de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Chota, 2024, con la finalidad de establecer el método de curado más adecuado que permita maximizar la resistencia del material y reducir costos de producción para construcciones de la ciudad de Chota.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir el proceso de hidratación del concreto de acuerdo al tiempo de fraguado, y el proceso de endurecimiento, para verificar si se han presentado fisuras en las probetas de concreto al ser sometidas a diferentes tipos de curado externo, como: curado por aspersion o tipo obra, curado por inmersión continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo o curado usando mantos, de acuerdo a los tiempos de endurecimiento de 3, 7, 14, 28 y 56 días en la ciudad de Chota.
- Comparar la resistencia a compresión del concreto a los 3, 7, 14, 28 y 56 días de curado externo (curado por aspersion o tipo obra, curado por inmersión

continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo o curado usando mantos).

- Determinar los tiempos y tipos de curado externo más efectivos que, permitan minimizar los costos de producción y maximizar la eficiencia constructiva sin comprometer la resistencia del concreto en la ciudad de Chota.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Tejada y Córdoba (2023) en su artículo científico “La Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó” tuvieron por objetivo determinar la influencia del curado por inmersión, a la intemperie sin cobertura y a la intemperie con cobertura (papel film) en la resistencia a la compresión del concreto en clima cálido-pluvial a las edades de 3, 7, 14, 28 (óptimo), 56 y 91 días. Aplicaron la metodología cuantitativa para un diseño base $f'c$ 245 kg/cm² con 42 especímenes de concreto sometidos a rotura. Los resultados mostraron resistencias de 104.82, 191.46, 234.60, 254.22, 267.42, 272.48 kg/cm² al curar el concreto por inmersión; 120.17, 151.78, 204.81, 238.23, 258.59 y 244.05 kg/cm² al curar el concreto a la intemperie sin cobertura, 103.90, 179.94, 213.27, 223.32, 266.93 y 230.15 kg/cm² al curar el concreto a la intemperie con cobertura (papel film) a los 3, 7, 14, 28 (óptimo), 56 y 91 días. Determinaron que, los cilindros curados por inmersión, al no estar expuestos a la precipitación ni a variaciones de temperatura, mostraron aumento progresivo en su resistencia, mientras que, los cilindros expuestos al ambiente, con y sin cobertura, a pesar de alcanzar la resistencia de diseño a los 91 días se evidenció una disminución respecto a los 56 días debido a periodos secos con temperaturas entre 26.82°C y 33.29°C. Concluyeron que, en climas cálidos como Quibdó, el curado con papel film no garantiza la resistencia de diseño a los 28 días. Esta investigación es importante porque permite evaluar la idoneidad y efectividad del curado por inmersión en condiciones climáticas específicas, lo que

tiene implicaciones significativas en la investigación, considerando que Chota tiene un clima templado, con periodos de intensas precipitaciones, pero también periodos de estiaje y sequía que duran de mayo a octubre.

Atsbha y Zhutovsky (2022) en su investigación “Efecto de los métodos de curado externo en el desarrollo de las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto de resistencia normal” tuvieron como objetivo comprender la influencia de diferentes métodos de curado externo, como el curado en húmedo y compuesto a los 7, 28, 56 y 91 días en el concreto de resistencia normal (NSC) 280 kg/cm². Aplicaron la metodología cuantitativa de tipo experimental teniendo como muestra a dos tipos de curados: húmedo con agua y compuesto sellado con membranas y láminas plásticas. Determinaron que, la relación agua/cemento (a/c) necesaria para una hidratación completa es teóricamente 0.42, pero en la práctica, la hidratación se detiene cuando la humedad relativa en los poros cae por debajo del 75-80%. Así mismo, un mayor contenido de cemento requiere al menos 3 días de curado, mientras que una mezcla pobre requiere mínimo 7 días. Las muestras curadas en húmedo tuvieron la mayor resistencia a la compresión y a la tracción de hendidura, siendo mayor en 23% y 35%, respectivamente. Por lo que, concluyeron que, el curado húmedo de 28 días es considerado el más efectivo para maximizar la resistencia a compresión. Su aporte científico consiste en analizar y comparar los efectos de diferentes métodos de curado externo, lo que permite obtener información relevante para comparar los procesos de curado.

Cremones et al. (2022) en su investigación “Análisis de la influencia del tipo de curado en la resistencia axial a compresión del concreto” tuvieron por fin comprender el efecto del curado por inmersión en agua y cal, el curado químico, curado con el uso de película plástica y curado al aire libre en concreto f'c 305

kg/cm², a los 3, 7, 28 y 63 días de edad de rotura. Aplicaron la metodología cuantitativa de tipo experimental determinando que, para todas las edades analizadas, el curado sumergido en agua demostró ser más efectivo, alcanzando los mayores promedios de resistencia debido a que la estabilidad de curado evita la formación de retracción y variación de volumen en el material. El aporte científico de esta investigación radica en que proporciona información valiosa para comprender cómo diferentes métodos de curado afectan las propiedades mecánicas del concreto y ayuda a tomar decisiones más informadas en términos de resistencia de estructuras de concreto.

Zambrano et al. (2022) en su artículo científico “Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto” tuvieron como objetivo utilizar los métodos de curado (hidratación continua, cubiertas húmedas y láminas de polietileno) para analizar su efecto en la resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto f'_c 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días. Determinaron que, con el curado húmedo por hidratación continua, cubiertas húmedas y láminas de polietileno se alcanzaban resistencias a compresión a los 7 días de 208.63, 195.28 y 186.91 kg/cm², a los 14 días de 221.38, 212.51 y 202.52 kg/cm² y a los 28 días de 233.72, 237.70 y 22.40 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, el método con mayor beneficio para el concreto fue el de cubiertas húmedas, alcanzando a los 28 días, 237.70 kg/cm² de resistencia. Estos resultados sirven como referencia para la elección del método de curado más adecuado según las condiciones específicas de cada proyecto de construcción, por lo que, a la vez pueden compararse entre sí.

Juna (2021) en su tesis “Incidencia del agua, ripio, arena y diferentes tiempos de curado, en la calidad del concreto para la construcción, empleando los

agregados del cantón Pedernales, Provincia de Manabí en el año 2020” tuvieron como objetivo determinar si los tiempos de curado (7 días (d1) – 28 días (d2)) e interacción de los materiales agua (potable a1 – de río a2), ripio (de cantera b1 – de río b2), arena (de cantera c1 – de río c2) influyen en la calidad del concreto simple, mediante la aplicación de la metodología cuantitativa experimental factorial. Determinando que, en todos los casos a mayor tiempo de curado mayor resistencia a compresión, las muestras elaboradas con agua potable, ripio de río y arena de río obtuvieron menor resistencia a los 28 días siendo 84.13 kg/cm² (a1b2c2d2), y las que, alcanzaron mayor resistencia promedio (a2b2c1d2) se elaboraron con agua de río, ripio de río y arena de cantera. Concluyeron que, los tiempos de curado inciden en la condición de mayor resistencia a compresión, pero también influye las características de los componentes utilizados en la mezcla. La investigación proporciona una valiosa contribución a la comprensión de los factores que afectan la calidad del concreto en la construcción, resaltando al tiempo de curado como uno de los factores que causa mayor influencia.

Amín y Ordoñez (2021) en su tesis “Análisis de la influencia de las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico sobre la resistencia a la compresión” tuvieron como objetivo analizar la resistencia a compresión del concreto curado a: T1 inundación en agua de grifo, T2 inundación en agua de mar, T3 inundación en agua con cal y control de temperatura, T4 agente de curado 1 (Tipo 1-D, clase A), T5 agente de curado 2 (Tipo 1, clase A), T6 forrado en polietileno, T7 rociado manual con agua 2 veces al día y T8 sin curado a los 7 y 28 días. Aplicaron la metodología cuantitativa de diseño experimental y tuvieron como muestra a tres especímenes cilíndricos por cada tipo y tiempo de curado. Determinaron que, a los 28 días sin curado la resistencia a compresión es

281.44 kg/cm², mientras que, con los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7 obtuvieron 328.35, 326.31, 299.80, 279.40, 301.83, 333.45 y 283.48 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, los cilindros hidratados a inmersión continua (agua de grifo, agua de mar, agua con cal y control de temperatura) y envueltos en polietileno mostraron un aumento en su resistencia a la compresión en comparación con las muestras expuestas al ambiente. Permite comparar la diferentes métodos de curado y su correlación con la resistencia final del concreto, por lo que, estos resultados sirven como medio de comparación.

Rodríguez et al. (2020) en su artículo científico “Resistencia a compresión versus tiempo de curado en concreto hidráulico a partir de cementos modificados” tuvo como objetivo evaluar la resistencia a compresión en el concretos elaborado con cemento modificado, a los 3, 7, 28 y 56 días de curado en cámara húmeda. Mediante la aplicación de la metodología cuantitativa de tipo experimental, obtuvieron que, a los 3, 7, 28 y 56 días para el concreto con cemento MM/C(P-C) las resistencias alcanzadas eran 140.72, 190.69, 280.42 y 320.19 kg/cm², al utilizar cemento MM/C(C-P) las resistencias eran 170.29, 209.04, 304.90, 348.74 kg/cm² y al utilizar cemento MC/A-AR las resistencias alcanzaban 218.22, 308.98, 373.22 y 400.75 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, bajo un curado adecuado, el concreto puede alcanzar al menos el 65% de su resistencia proyectada a los 28 días durante la primera semana; así mismo, cementos mixtos modificados alcanzan 21% más de resistencia a los 56 días en comparación con la obtenida a los 28 días. La investigación busca comprender cómo la adición de ciertos aditivos o modificadores puede afectar al concreto en diferentes etapas de curado, estos hallazgos son útiles para el diseño de mezclas de concreto más eficientes; y a la vez se pueden comparar con los curados externos convencionales.

2.1.2. *Antecedentes nacionales*

En Huaraz, Salinas y Flores (2024) en su artículo científico “Métodos de Curado en la Resistencia a la Compresión y Tracción del Concreto de $f'c=35$ MPa” tuvieron como objetivo determinar la influencia de los métodos de curado: inmersión continua, con mantas húmedas y con aditivo membranil en la resistencia a compresión del concreto. En su estudio de enfoque cuantitativo tuvieron como muestra 80 probetas cilíndricas que sometieron a rotura a compresión y tracción a los 7 y 28 días de curado. A los 7 días determinaron resistencias a compresión de 169.38, 362.92, 334.16 y 345.79 kg/cm², y a los 28 días de 196.19, 441.74, 420.12 y 401.26 kg/cm² para probetas sin curado, con curado por inmersión, con mantas húmedas y con membranil, respectivamente, por lo que, determinaron que, con el curado por inmersión obtuvieron resistencia a compresión y tracción de 225.18% y 109.16% del concreto sin curado, siendo superior a los resultados alcanzados con el curado con mantas y membranil, por lo que, concluyeron que, el curado más efectivo es por inmersión continua en agua, aunque con todos los métodos se alcanza la resistencia esperada. Este estudio valida la importancia del mantenimiento de la humedad durante el proceso de fraguado y endurecimiento, lo que refuerza la necesidad de evaluar diferentes técnicas de curado en Chota, considerando sus condiciones climáticas locales.

En Lima, Rivera (2023) en su tesis “Estudio de la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210$ kg/cm² bajo distintos tipos de curado” tuvo como objetivo analizar la resistencia a compresión del concreto curado a sumersión, aspersion y aislado, a los 7, 14, 21 y 28 días. Determinó que cada tipo de curado superó la resistencia esperada a los 28 días. Concluyeron que, el tipo de curado utilizado en obra (aspersion) logra superar la resistencia esperada, al igual

que el curado de laboratorio (sumergido). El aporte científico de este estudio radica en brindar información sobre los distintos tipos de curado, esto proporciona directrices para el desarrollo de técnicas de curado más efectivas, no obstante, la investigación propuesta tiene acceso restringido a la información dada, es decir solo se puede revisar el resumen del texto, por lo que, si bien es un archivo de interés solo se ha podido compilar información cualitativa del mismo.

En Trujillo, Burgos y Huaynates (2023) en su tesis “Influencia del curado artificial del concreto por rociado sobre la resistencia a la compresión en concreto premezclado FC =280 Kg/cm²” tuvieron como objetivo determinar la resistencia a compresión del concreto sometido a diferentes procesos de curado, bajo la metodología cuantitativa de diseño cuasiexperimental, donde las probetas de concreto han sido curadas por sumersión en agua (T1), y por rociado con diferentes aditivos, tales como: membrasil reforzado (T2), sikacem curador (T3) y Z membrana blanco (T4), obteniendo como resultados a los 28 días, resistencias a compresión de 311, 274, 287 y 267 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, cuando se curó por aspersion con el aditivo Sikacemcurador, su valor de resistencia fue de 287 kg/cm², lo que demuestra que, aunque el aditivo de curado artificial reducirá el grado de hidratación en comparación con el curado por inmersión, cumple con la resistencia de diseño requerida a los 28 días, por lo que, ofrecen una buena alternativa, sin embargo, el curado por inmersión continua en agua, sigue siendo el método de curado que logra mayor capacidad mecánica. Este estudio aporta conocimientos e información valiosa sobre la eficacia de este tipo de curado y su impacto en las propiedades del concreto.

En Trujillo, Ortecho y Sanchez (2023) en su investigación “Influencia de la relación agua/cemento y tipos de curado sobre la compresión, densidad, ataque

de cloruros y sulfatos de un concreto estructural” tuvieron como objetivo determinar la influencia del tipo de curado en la resistencia a compresión del concreto. En su estudio de enfoque cuantitativo emplearon cinco relaciones a/c (0.54, 0.56, 0.58, 0.60 y 0.62) y tres tipos de curado, con aditivo chema, convencional en obra y teórico normado en laboratorio para probetas de concreto $f'c$ 210 kg/cm². La resistencia a compresión obtenida con aditivo, en obra y en laboratorio para el concreto a/c 0.54 fue de 202, 229 y 294 kg/cm², para a/c 0.56, fue 199, 212 y 268 kg/cm², para a/c 0.58 fue 199, 200 y 261 kg/cm², para a/c 0.60 fue 183, 188 y 248 kg/cm², y para 0.62 fue 164, 185 y 232 kg/cm², respectivamente. Concluyeron que, la resistencia a compresión del concreto disminuyó al aumentar el a/c, hasta en 45%, obteniendo la mayor resistencia (294 kg/cm²) con la relación a/c de 0.54, mientras que, el mejor tipo de curado medio de acuerdo a la resistencia se da a nivel de laboratorio, superando la resistencia alcanzada con aditivo de 130 kg/cm², que da la más baja capacidad mecánica. Estos resultados permiten establecer una base comparativa para analizar el comportamiento del concreto en la presente investigación, considerando la influencia de los métodos de curado y los tiempos evaluados en Chota.

En Moquegua, Morón (2023) en su investigación “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de 280 kg/cm² considerando diferentes tipos de curado, Moquegua, 2023” tuvo como objetivo determinar la influencia del curado convencional, con agua de río, agua de mar y agua mineral en las propiedades del concreto. El enfoque de la investigación fue cuantitativo con muestra de 48 probetas de concreto curados a los 28 días. Determinaron que, las resistencias a los 7 días fueron 234.16, 211.81, 185.18 y 198.93 kg/cm², a los 14 días fueron 273.66, 241.47, 221.29 y 230.67 kg/cm², y a los 28 días fueron

323.42, 312.85, 256.96 y 282.31 kg/cm², para el concreto curado convencionalmente, con agua de mar, con agua de río y con agua mineral, respectivamente. Concluyó que, con el curado convencional con agua potable se alcanzaba la mayor resistencia a compresión (323.42 kg/cm²), mientras que, con el curado con agua de río se tenía la menor capacidad mecánica (282.31 kg/cm²). Este antecedente es relevante para la investigación en Chota, ya que resalta la importancia del tipo de agua empleada en el curado y cómo la calidad del agua influye directamente en la resistencia final del concreto.

En Huánuco, Curi (2022) en su tesis “Análisis de la resistencia de concreto $f'_c = 280$ kg/cm² en la aplicación de cinco tipos de curados de la norma técnica aci 308 en Huánuco en el año 2020” tuvo por fin determinar la resistencia del concreto curado con compuesto líquido (T1), película plástica (T2), cubierto con alfombra (T3), por inmersión continua (T4), impermeable (T5) y sin curado (T6) a los 7, 14, 21 y 28 días, mediante la aplicación de la metodología cuantitativa teniendo como muestra a probetas de concreto sometidas a rotura a compresión. Determinó que, el concreto curado por T1, T2, T3, T4, T5 y T6 alcanzaba 289.33, 283.50, 302.90, 310.72, 289.78 y 247.96 kg/cm² a los 28 días, respectivamente. Concluyó que, todos los curados analizados alcanzan la capacidad mecánica esperada $f'_c = 280$ kg/cm²; donde, los especímenes sometidos al curado por inmersión adquieren la más alta resistencia (110.19% del f'_c a los 28 días de curado), mientras que, los especímenes no curados solo adquieren el 88.56% de la resistencia esperada. Este análisis contribuye al conocimiento de la capacidad mecánica del concreto en relación con distintos tipos de curado especificados en la norma técnica, así mismo, permite observar posibles variaciones y proporcionar recomendaciones específicas para el curado en esa área.

2.1.3. *Antecedentes regionales*

En Cajamarca, Marin (2023) en su tesis “Resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² sometido a curado por aspersion 2, 3 y 5 veces al día, Cajamarca 2023” tuvo como objetivo determinar la influencia del curado en la resistencia del concreto, la metodología fue cuantitativa teniendo como muestra a probetas curadas por aspersion 2, 3 y 5 veces al día durante 10 min hasta saturar para compararlo con el concreto curado por inmersión en agua para ensayarlos a compresión a los 7, 14, 21 y 28 días. Determinó que, por aspersion 2 veces al día a los 7, 14, 21 y 28 días la resistencia a compresión era 207.71, 257.95, 290.14 y 316.13 kg/cm², curadas 3 veces al día era 229.21, 292.23, 316.41 y 342.07 kg/cm², curadas 5 veces al día era 240.65, 308.87, 325.06 y 367.64 kg/cm², mientras que, por inmersión en agua alcanzaba 280.31, 363.66, 395.66 y 423.73 kg/cm², respectivamente. Concluyó que, la resistencia a compresión disminuye en 30% al curar dos veces al día, respecto al concreto curado por inmersión continua. Este estudio refuerza la importancia de un curado constante y con suficiente suministro de agua para maximizar la resistencia del concreto, destacando la diferencia entre el curado discontinuos y continuos, por lo que, los resultados aportan una base comparativa útil para evaluar diferentes frecuencias y técnicas de curado, contribuyendo al análisis de la resistencia a compresión del concreto en Chota.

En Jaén, Cabrera (2022) en su tesis “Uso de agua hervida en el curado del concreto simple para mejorar su resistencia a compresión, Jaén, 2022” tuvo como objetivo utilizar el curado acelerado en el concreto para verificar si incrementa su resistencia a compresión. Empleó una metodología cuantitativa utilizando 24 probetas curadas mediante el método acelerado, las cuales fueron ensayadas a rotura a las 3.5, 7.5 y 11.5 h, con dos tiempos de enfriamiento: 2 h \pm 10 minutos

(GE1) y 7 h o más (GE2). Las 12 probetas restantes fueron curadas mediante el método tradicional y ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Determinó que, a los 28 días el concreto curado normal alcanza 266.55 kg/cm^2 , mientras que, el concreto curado de forma acelerada a las 3.5, 7.5 y 11.5 h alcanza 79.13, 150.48 y 183.95 kg/cm^2 al ser enfriado por 2.5 h, pero 116.08, 178.23 y 207.93 kg/cm^2 al ser enfriado por 7 h, respectivamente. Concluyó que el uso del método de agua hervida no es recomendable debido a la notable diferencia observada en la resistencia a compresión con el método de curado convencional. Contribuye al conocimiento sobre el uso de otros tipos de curado, proporcionando información sobre nuevas técnica de curado en comparación con métodos tradicionales.

En Cajamarca, Rojas y Vasquez (2022) en su tesis “Determinación de la influencia del curado empleando concreto reciclado saturado y arcilla coccionada saturada en la resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, frente a un curado tradicional, en la ciudad de Cajamarca 2022” tuvieron como objetivo investigar el efecto del curado en la capacidad mecánica del concreto. Utilizando un enfoque cuantitativo, evaluaron el curado interno mediante la saturación de concreto reciclado y arcilla coccionada al 10%, 20% y 30% del peso del agregado grueso, comparándolo con el curado convencional por inmersión continua. Determinaron que el concreto reciclado saturado no fue efectivo como curador interno, ya que la resistencia alcanzada quedó por debajo del concreto patrón en todos los porcentajes evaluados, concluyendo que su uso no es recomendable en aplicaciones de construcción. Este aporte es relevante porque destaca la importancia de utilizar técnicas de curado que aseguren una adecuada hidratación y desarrollo de resistencia del concreto, validando la necesidad de estudiar distintos tipos y tiempos de curado en el contexto de Chota.

2.2. Bases teórico – científicas

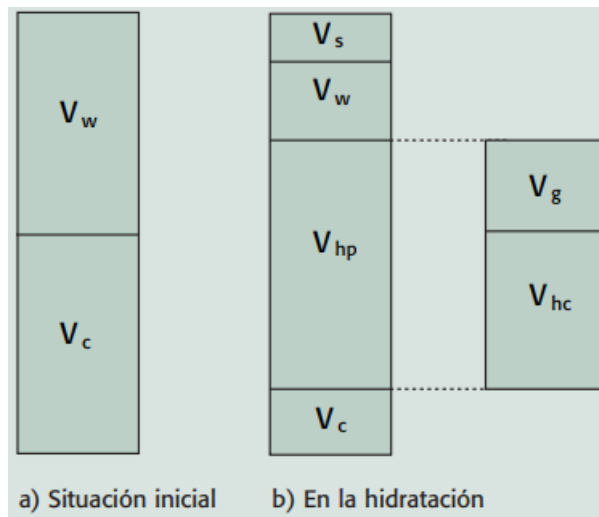
2.2.1. Teorías del concreto simple

2.2.1.1. Teoría de la hidratación del cemento.

La teoría de la hidratación del cemento de Powers y Brownyard de 1948, describe la reacción química entre el cemento y el agua, diferenciando tres fases en la pasta de cemento: el agua capilar (sin reaccionar), el cemento anhidro y el gel del cemento, compuesto por el cemento hidratado sólido y los poros de gel llenos de agua. Introdujeron los conceptos de agua no evaporable, retenida tras un secado específico, y agua del gel, que es retenida adicionalmente en los poros; demostraron que la hidratación genera una retracción química al reducirse los volúmenes específicos de agua libre y vinculó la cantidad de agua retenida con la composición mineralógica del Clinker (Brouwers, 2007).

Figura 1

Distribución del Producto de Hidratación entre el Agua del Gel y el Cemento



Nota: V volumen, w de agua, c de cemento, g de gel, hc cemento hidratado (Brouwers, 2007).

El volumen y la masa del cemento hidratado vienen dados por la ecuación 1, mientras que, el volumen y masa producto de la hidratación están dados en la ecuación 3 y 4, que abarca el cemento hidratado y el agua del gel.

$$V_{hc} = cv_c + w_n v_n \quad (1)$$

$$m_{ch} = c + w_n \quad (2)$$

Donde, v_{hc} y m_{ch} volumen - masa hidratada del cemento, w_n agua de constitución, v_c y c volumen y masa de cemento, v_n volumen de agua relacionada.

$$V_{hp} = V_{hc} + w_g v_g = cv_c + w_n v_n + w_g v_g = cv_c + w_d v_d \quad (3)$$

$$m_{hp} = m_{ch} + w_g = c + w_n + w_g = c + w_d \quad (4)$$

Donde, V_n volumen específico de agua no evaporable, V_g volumen de agua gel.

$$w_d = w_n + w_g \quad (5)$$

$$V_d = \frac{w_n v_n + w_g v_g}{w_d} = \frac{w_n v_n + w_g v_g}{w_n + w_g} \quad (6)$$

$$V_t = \frac{w_c v_w + w_n v_n + w_g v_g}{w_c + w_n + w_g} = \frac{w_c v_w + w_d v_d}{w_n + w_d} \quad (7)$$

$$w_e = w_c + w_g \quad (8)$$

Donde, w_d y v_d masa y volumen del agua comprimida, v_t volumen específico de toda el agua, w_c masa del agua capital, w_g agua gel, w_e agua evaporable.

El volumen del cemento no reaccionado o anhidro es:

$$V_c = (c_0 - c)v_c = (1 - m)c_0 v_c \quad (9)$$

Donde, C madurez del concreto, definido como mC_0 .

La masa total de la pasta se incrementa a medida que aumenta el grado de hidratación, siempre que el agua externa pueda ingresar a la pasta, considerada en el segundo término del lado derecho de la ecuación 10, y su presencia incrementa la cantidad de agua capilar, w_c . Asimismo, es posible determinar la máxima madurez alcanzable por la mezcla mediante la ecuación 11.

$$\frac{w_t}{c_0} = \frac{w_0}{c_0} + m \left[\frac{w_d}{c} - \frac{w_d v_d}{v_w c} \right] \quad (10)$$

$$m \leq \frac{\frac{w_t}{c_0}}{\frac{w_d}{c}} \quad (11)$$

2.2.1.2.Ley de Abrams (1918).

La Ley de Abrams, formulada en 1918 por Duff A. Abrams, establece que la resistencia a la compresión del concreto depende de la relación agua/cemento (a/c), siendo este el factor determinante para la resistencia final del material, mientras que otros factores como el tamaño y la granulometría del agregado o la calidad del cemento influyen principalmente en la trabajabilidad de la mezcla, pero no directamente en su capacidad mecánica (Mondal y Bhanja, 2022).

Según Abrams, a menor cantidad de agua en proporción al cemento, mayor será la resistencia a compresión del concreto, siempre y cuando se garantice una hidratación adecuada, por lo que, propuso una ecuación empírica que modela la relación inversa entre la resistencia a compresión (f_c) y el agua/cemento (a/c), expresada matemáticamente como: (Djayaprabha y Fatharani, 2024).

$$f_c = \frac{A}{B^{W/c}} \quad (12)$$

Donde A y B son constantes empíricas determinadas experimentalmente, y la resistencia del concreto disminuye a medida que aumenta la relación a/c .

Pero, con el avance de la tecnología del concreto, la Ley de Abrams ha evolucionado hacia el concepto de relación agua-material cementante (a/mc), este ajuste mejora la precisión de la predicción de resistencia, ya que considera la influencia de materiales adicionales que participan en el proceso de hidratación (Mondal y Bhanja, 2022).

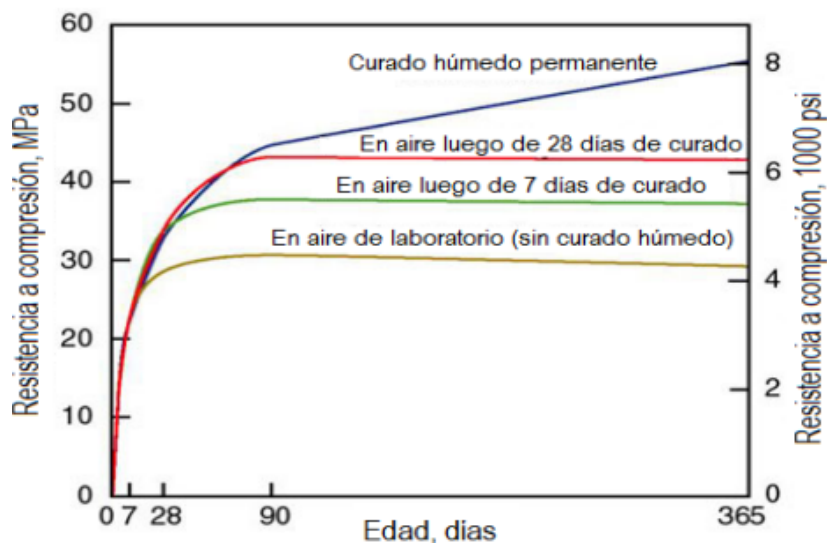
La Ley de Abrams establece un vínculo entre la relación a/c y la resistencia del concreto, donde, un curado adecuado garantiza la hidratación continua del cemento, ya que un insuficiente suministro de agua durante las primeras etapas de fraguado puede interrumpir la reacción de hidratación y reducir la resistencia del concreto, incluso si la relación a/c fue correctamente diseñada.

2.2.1.3. Tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto.

El tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto está directamente relacionado con los procesos químicos entre el cemento y el agua, donde la pasta experimenta un aumento en temperatura y viscosidad, marcando el inicio del fraguado. Tras unas horas, el concreto comienza a endurecer y solidificarse, aumentando gradualmente su resistencia con el tiempo, proceso conocido como endurecimiento progresivo. El fraguado se considera completo cuando la mezcla alcanza la firmeza y resistencia deseadas, aunque este tiempo varía según factores como la composición del concreto, la temperatura del material, la relación agua/cemento y la presencia de aditivos retardadores o aceleradores, los cuales pueden prolongar o acortar el proceso (Ilaita, 2024).

Figura 2

Ganancia de Resistencia del Concreto Respecto al Tiempo de Curado



Nota: (Corro y Ramos, 2018).

Comprender el tiempo de fraguado y endurecimiento es fundamental, ya que influye directamente en la eficacia del curado. Un curado adecuado durante este período crítico asegura la hidratación continua del cemento, permitiendo que la resistencia a compresión se desarrolle de forma óptima (Ilaita, 2024).

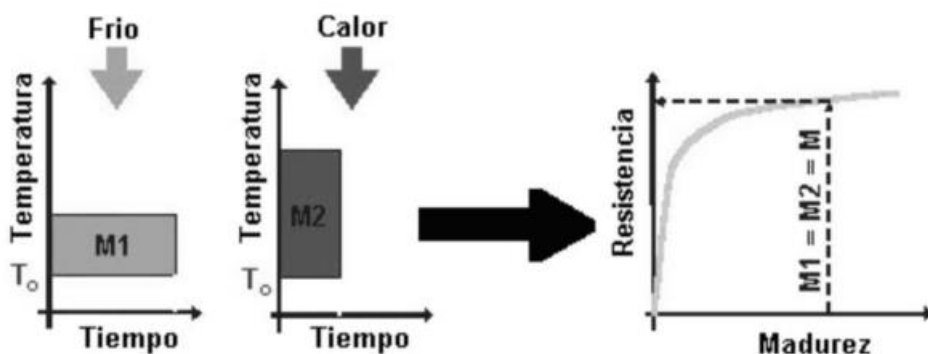
2.2.1.4. Modelo de madurez del concreto.

El concepto de madurez del concreto, desarrollado a principios de la década de 1950 por McIntosh (1949), Nurse (1949) y Saul (1951), establece que la resistencia del concreto está influenciada por la combinación de tiempo y temperatura durante su proceso de endurecimiento. La madurez se determina al sumar los productos acumulados entre el tiempo transcurrido y la temperatura del concreto a lo largo del proceso de fraguado, lo que permite estimar el grado de desarrollo de la resistencia del material (Guzmán, 2020).

El método de madurez establece que dos muestras de concreto con la misma mezcla y madurez alcanzarán la misma resistencia, incluso si estuvieron expuestas a diferentes temperaturas de curado. Sin embargo, el tiempo requerido para alcanzar esa madurez varía, siendo mayor en temperaturas bajas y menor en temperaturas altas. Esto implica que, aunque las condiciones térmicas difieran, al alcanzar la misma madurez ($M1 = M2$), ambas muestras tendrán una resistencia equivalente (Guzmán, 2020).

Figura 3

Madurez del Concreto en Muestras a Diferente Temperatura



Nota: (Guzmán, 2020).

La función de madurez de Nurse-Saul dada en 1951, esta expresada por:

$$M = \sum(T_a - T_0)\Delta t \quad (13)$$

Donde, M madurez del concreto, Ta temperatura promedio del concreto durante el intervalo de tiempo (Δt), To temperatura Datum.

El modelo de Rastrup, esta expresado por:

$$t_{eq} = \frac{\sum_0^t (T-T_0)\Delta t}{(T_r-T_0)} \quad (14)$$

$$t_{eq} = \sum 2^{(T-T_r)/10} \Delta t \quad (15)$$

Donde, la edad equivalente (teq) se define como el tiempo necesario para que el concreto alcance la misma madurez bajo temperatura de curado constante (Tr). Se calcula considerando la temperatura promedio del concreto (T), la temperatura datum (To), y el tiempo de endurecimiento (t).

El modelo de Arrhenius propuesto en 1977, esta expresado por:

$$t_{eq} = \sum_0^t e^{-\frac{Ea}{R}(\frac{1}{T}-\frac{1}{Tr})} \Delta t \quad (16)$$

Donde, la edad equivalente (teq) se calcula con la temperatura media del concreto (T) durante un intervalo de tiempo (Δt), la temperatura de referencia (Tr), la energía de activación (Ea), la constante de los gases (R), y el número de Euler (e).

2.2.2. Relación entre tiempo y tipo de curado en la resistencia del concreto

2.2.2.1. Tiempo de curado y su relación con la resistencia a compresión del concreto.

El tiempo de curado es el período ineludible para que el concreto se endurezca e influye en su resistencia (Huayta y Mamani, 2018).

Huayta y Mamani (2018) han determinado que, el tiempo de curado puede tener un efecto significativo en la resistencia del concreto; estos investigadores realizaron un experimento en el que evaluaron muestras de concreto curadas durante diferentes períodos de tiempo, desde 3 días hasta 28 días. Determinaron que la fuerza de compresión del concreto aumentaba significativamente con el tiempo de curado, especialmente durante los primeros 7 días; además, encontraron

una relación lineal entre el tiempo de curado y la resistencia del concreto, lo que sugiere que a mayor periodo de curado resultad en más resistencia.

Acuña y Rojas (2022) se centraron en la utilización de diferentes técnicas de curado, como el curado en agua y al aire, y evaluó cómo afectaban a la resistencia del concreto en diferentes períodos de tiempo de curado, determinaron que todas las técnicas de curado tuvieron un impacto positivo en la resistencia y que el tiempo de curado fue un factor determinante en dicha resistencia; además, se observaron un aumento significativo en la resistencia con un mayor tiempo de curado, especialmente durante los primeros 14 días.

Amín y Ordoñez (2021) demuestran una relación directa entre el tiempo de curado y la resistencia del concreto, subrayando la importancia de un adecuado tiempo de curado para garantizar la resistencia óptima a largo plazo del concreto. Por tanto, la resistencia a compresión del concreto puede ser influenciada por el tiempo de curado, siendo el periodo óptimo los 28 días de curado.

2.2.2.2. Tipo de curado y su relación con la resistencia a compresión del concreto.

El curado se refiere al proceso de mantener la humedad y temperatura correcta durante la etapa de fraguado del concreto para permitir que se desarrolle una resistencia óptima, pero los diferentes tipos de curado pueden influir significativamente en la capacidad mecánica del concreto (Rojas L. Y., 2021).

El curado proporciona la cantidad suficiente de humedad para permitir la hidratación del cemento, lo que conduce a la formación de una estructura cristalina fuerte en el concreto mejorando su resistencia a compresión, por lo que, si el concreto no se cura adecuadamente, esto puede resultar en una resistencia a compresión más baja (Betancourt y Estiven, 2022).

Existen diferentes métodos de curado, algunos de los más comunes incluyen el curado con agua, uso de mantas, aplicación de recubrimiento protector y uso de productos químicos de curado, cada uno con sus ventajas y desventajas; por lo que, la elección del método de curado correcto depende de las condiciones específicas del proyecto (Acuña y Rojas, 2022).

a) Curado por aspersión.

Un método comúnmente utilizado es el curado por aspersión, que implica el rociado de agua sobre el concreto para mantenerlo húmedo durante el fraguado; sin embargo, se ha planteado la pregunta de si el curado por aspersión puede afectar la resistencia a la compresión del concreto (Esteban y Tolentino, 2019).

Sharma y Goyal (2018) encontraron que el curado por aspersión puede resultar en una menor densidad y una mayor porosidad en el concreto, lo que también contribuye a una disminución en la resistencia a compresión; estos resultados sugieren que el curado por aspersión puede no ser la mejor opción para el concreto, no obstante, esto dependerá del contexto local donde se aplique.

b) Curado por inmersión continua en agua.

El curado tradicionalmente se ha realizado con la aplicación de agua o la colocación de membranas de plástico; sin embargo, en los últimos años, se ha estudiado el curado por inmersión continua en agua como una alternativa viable, siendo este el proceso que se aplica en laboratorio, donde las probetas están sometidas al contacto con agua durante todo el tiempo de curado (Horna, 2019).

También, Gómez et al. (2019), argumentan que, este tipo de curado tiene un impacto positivo en la vida útil del concreto al mejorar su resistencia; además, de reducir la formación de grietas y mejorar la resistencia a la intemperie.

Por otro lado, Lupaca y Ramos (2022), no observaron diferencias significativas en la resistencia a compresión del concreto cuando se comparó el curado por inmersión continua en agua con otros métodos de curado tradicionales.

Así mismo, según Durand y Salazar (2021) la resistencia a compresión en muestras de concreto curadas por recubrimiento en Vinipel, aditivos químicos, y otros es superior al curado por inmersión.

Los diferentes resultados respecto a la influencia de este método en el proceso de curado se deben a la variabilidad de las características locales donde se realizó cada estudio, por lo que es necesario realizar una verificación local de como este tipo de curado puede afectar la resistencia del concreto.

c) Curado con cubiertas húmedas (usando mantos).

El uso de mantos consiste en cubrir la superficie del concreto recién colocado con un material impermeable para evitar la evaporización prematura del agua contenida en el concreto, por lo que se puede utilizar membranas de plástico o mantos húmedos (Contreras y Velazco, 2018).

En los últimos años, ha surgido interés en investigar y comprender cómo el curado utilizando mantos puede afectar la capacidad mecánica del concreto. De acuerdo a Luna (2020) estudios previos sugieren que este método de curado puede tener un impacto significativo en las propiedades mecánicas del concreto, particularmente en la resistencia a compresión.

Zambrano et al. (2022) mostró que el curado con mantos de tela de polietileno aumentó la resistencia del concreto en 10% en contraste con el curado tradicional; lo que sugiere que el uso de mantos puede mejorar la homogeneidad del concreto y reducir la formación de fisuras por cambios bruscos de temperatura.

Sin embargo, es importante destacar que no todos los estudios han obtenido resultados positivos. Por ejemplo, Contreras y Velazco (2018) encontraron que el curado con mantos no tuvo un impacto significativo en la resistencia a compresión del concreto. Estos resultados contradictorios pueden atribuirse a diferentes condiciones ambientales.

Por lo que, se requiere de un mayor estudio y análisis de diferentes variables experimentales para obtener conclusiones más sólidas y comprender completamente los mecanismos involucrados en este proceso; siendo así de acuerdo a Torres (2018) investigaciones futuras podrían realizar ensayos a largo plazo y considerar diferentes tipos de mantos y materiales de curado para evaluar su efecto en la resistencia a compresión del concreto.

d) *Curado expuesto al medio ambiente.*

Según Contreras y Velazco (2018), el curado expuesto al medio ambiente puede resultar en una disminución de la resistencia, esto se debe a que el proceso de curado natural puede generar una mayor evaporación de agua en la superficie del concreto, lo que puede provocar una mayor concentración de sales y minerales en los poros del material, que pueden afectar la adherencia entre las partículas de cemento y áridos, debilitando así la resistencia del concreto.

Por otro lado, estudios previos han demostrado resultados contradictorios. Por ejemplo, Raheem et al. (2013) determinaron que el curado expuesto al medio ambiente puede resultar en una mayor resistencia del concreto, esto se debe a que la exposición al ambiente puede facilitar una mejor hidratación del cemento, lo que conduce a un aumento en la cantidad y calidad de los productos de hidratación, y en última instancia, a una mayor resistencia.

2.3. Marco conceptual

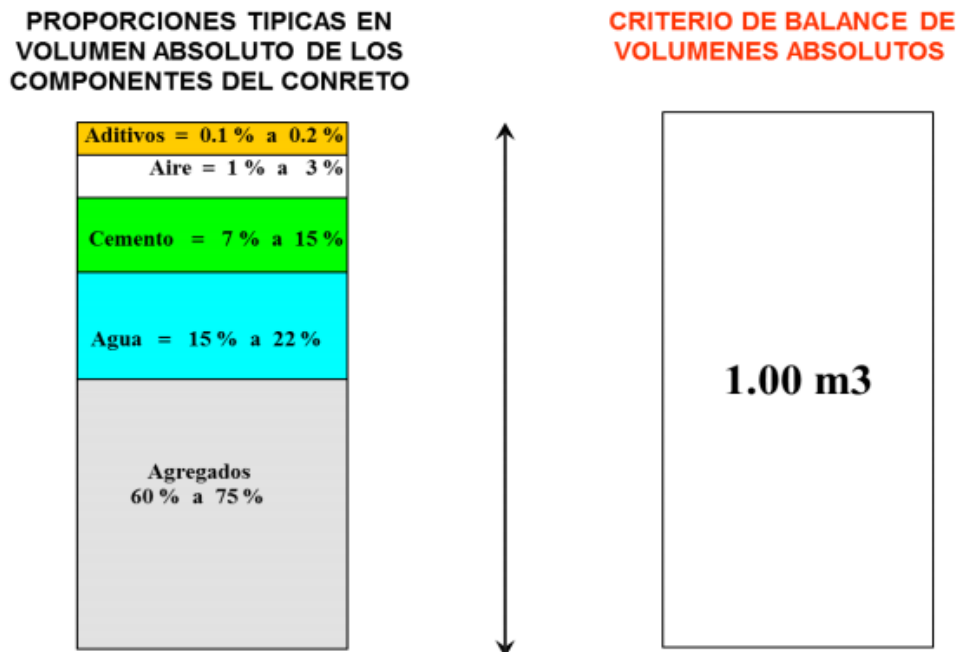
2.3.1. Concreto

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados debido a su versatilidad, compuesto por una mezcla de cemento, agua y agregados como arena, grava y otros materiales. Su resistencia lo convierte en un material ideal para soportar cargas pesadas y resistir diversos agentes externos, como el agua, la humedad, los cambios de temperatura y la corrosión (de Guzmán, 2021).

Su proceso de preparación comienza por mezclar el cemento con agua, formando una pasta que actúa como aglomerante, luego, se añaden los agregados, que proporcionan la resistencia mecánica al concreto. Una vez mezclados todos los componentes, se vierte la mezcla en moldes o encofrados, y se deja fraguar y secar para obtener la forma deseada, siendo este proceso en el que la mezcla se solidifica y adquiere su resistencia final (McCormac y Brown, 2017).

Figura 4

Proporciones Comunes de las Materias Primas del Concreto



Nota: (Ticlla, 2018).

2.3.1.1. Componentes para elaborar concreto.

Estos componentes se mezclan en proporciones adecuadas para obtener una mezcla homogénea y trabajable que se puede verter y moldear en la forma deseada (de Guzmán, 2021).

Cemento: Componente principal, funciona como una especie de pegamento que une los demás componentes.

Agregado fino: También conocido como arena, es un material granular que se usa para llenar espacios vacíos entre las partículas de cemento.

Agregado grueso: Son partículas más grandes de piedra triturada o grava que se utilizan para dar resistencia y volumen al concreto.

Agua: Es esencial para la hidratación del cemento y la formación de enlaces químicos que crean la estructura sólida.

Figura 5

Componentes del Concreto



Nota: (Aceros Arequipa, 2023).

2.3.1.2. Propiedades de los agregados.

Los agregados son materiales que forman el esqueleto del concreto, y tienen propiedades que pueden afectar su comportamiento; así mismo, estas propiedades son importantes para establecer las proporciones adecuadas de los materiales en la mezcla de concreto (Córdova, 2018).

Granulometría: Distribución de la medida de las partículas del agregado, y puede variar desde partículas finas hasta partículas gruesas (Córdova, 2018).

Tabla 1

Huso Granulométrico para el Agregado Fino

Nº	3/8"	4	8	16	30	50	100
% que pasa	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

Nota: NTP 400.037 (2021).

Tabla 2

Huso Granulométrico para el Agregado Grueso Huso #467

Nº	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4
% que pasa	100	95-100	55-88	35-70	18-46	10-30	0-5

Nota: NTP 400.037 (2021).

Tamaño máximo (TM) y máximo nominal (TMN): El TM es el menor tamiz por el que pasa todo el agregado, mientras que, el TMN es el menor tamiz en el que se retiene de 5% a 10% del material por primera vez (Córdova, 2018).

Módulo de finura: Índice del tamaño medio de las partículas de la arena (Córdova, 2018).

Contenido de humedad: Es el porcentaje de agua dentro de la matriz de los agregados. Un contenido de humedad adecuado es necesario para lograr una mezcla uniforme y una adecuada hidratación del cemento (Córdova, 2018).

$$P = 100 \times \frac{W-D}{D} \quad (17)$$

Donde, P contenido de humedad, W masa húmeda, D masa seca del agregado.

Peso unitario suelto (PUS) y compactado (PUC): El PUS es la relación entre el peso del agregado suelto y su volumen. Mientras que, el PUC es la relación entre el peso del agregado compactado y su volumen. El peso unitario compactado es mayor que el peso unitario suelto, ya que al compactar los agregados se eliminan los espacios vacíos entre partículas (Córdova, 2018).

$$PUS = \frac{\text{masa suelta}}{\text{volumen}} \quad (18)$$

$$PUC = \frac{\text{masa compactada}}{\text{volumen}} \quad (19)$$

Absorción: Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas, puede afectar la resistencia del concreto, ya que el agua retenida en los agregados puede provocar la formación de microcraqueo, por ello, este parámetro en el diseño de mezclas se usa para determinar el agua efectiva (Córdova, 2018).

Peso específico: Es una medida de la densidad de los agregados y puede variar dependiendo de la composición y la densidad de las partículas (Córdova, 2018).

Para agregado fino:

$$Pem = \frac{W_o}{V-V_a} \times 100 \quad (20)$$

$$PeSSS = \frac{500}{V-V_a} \times 100 \quad (21)$$

$$Pea = \frac{W_o}{(V-V_a)-(500-W_o)} \times 100 \quad (22)$$

$$Ab = \frac{500-W_o}{W_o} \times 100 \quad (23)$$

Donde, Pem peso específico de masa, PeSSS saturado superficialmente seco, Pea aparente, Ab absorción, Wo peso en el aire secado en el horno; V Volumen del frasco, Va peso o volumen de agua añadida al frasco.

Para agregado grueso:

$$Pem = \frac{A}{(B-C)} \times 100 \quad (24)$$

$$Pea = \frac{A}{(A-C)} \times 100 \quad (25)$$

$$PeSSS = \frac{B}{(B-C)} \times 100 \quad (26)$$

$$Ab(\%) = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \quad (27)$$

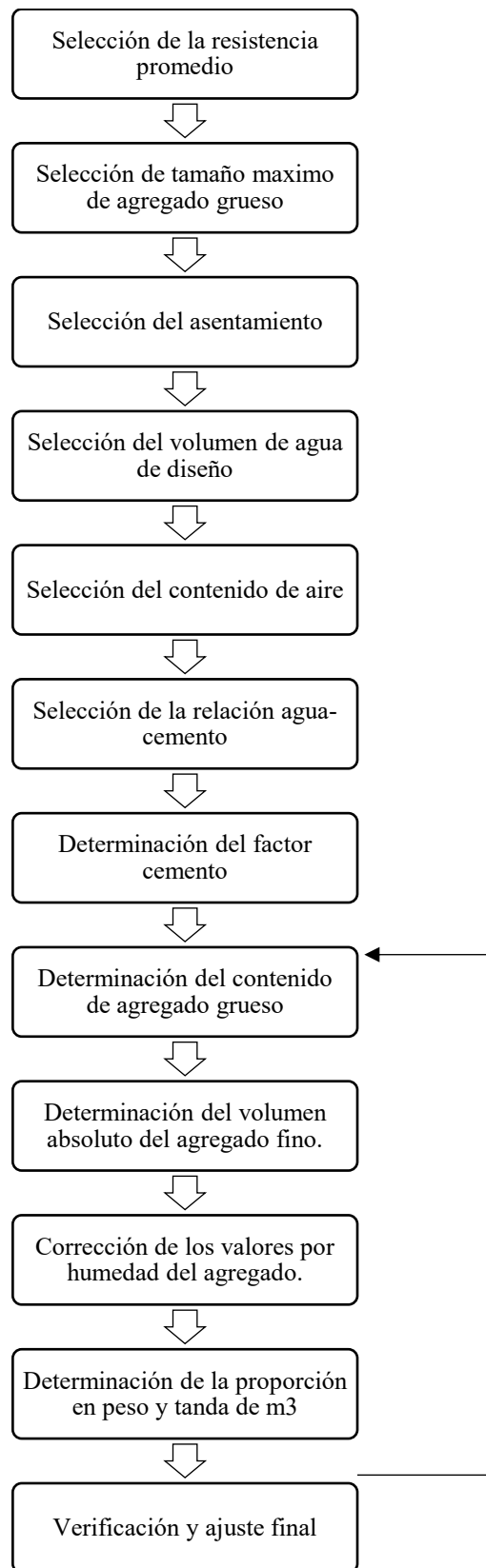
Dónde, P_m peso específico de masa, P_a peso específico aparente, P_{eSSS} peso específico saturado, A_b absorción, A Peso seco en el aire, B Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, C Peso en el agua de la muestra saturada.

2.3.1.3. Diseño de mezclas de concreto.

El diseño de mezclas de concreto es el proceso técnico mediante el cual se determina la proporción óptima de los componentes del concreto, cemento, agregados (finos y gruesos) y agua, con el objetivo de obtener una mezcla que cumpla con las propiedades deseadas, por lo que, este procedimiento busca lograr un equilibrio entre la resistencia mecánica del concreto y su facilidad de manipulación durante el proceso constructivo, asegurando al mismo tiempo un uso eficiente de los materiales. Uno de los métodos más utilizados para el diseño de mezclas es el propuesto por el American Concrete Institute (ACI-211.1, 2022), el cual se basa en tablas y fórmulas empíricas que consideran diversos factores clave; entre los que destacan la resistencia especificada a compresión, ajustada con un factor de seguridad para garantizar la seguridad estructural, el tamaño máximo del agregado, que influye en la cantidad de pasta necesaria, y el módulo de finura del agregado fino, determinante para la trabajabilidad y cohesión de la mezcla. Un diseño adecuado de la mezcla no solo asegura un concreto de alta calidad que cumpla con las exigencias estructurales y normativas, sino que también contribuye a la eficiencia en el uso de materiales, garantizando una mezcla óptima para las necesidades específicas de cada proyecto de construcción.

Figura 6

Secuencia de Diseño de Mezclas



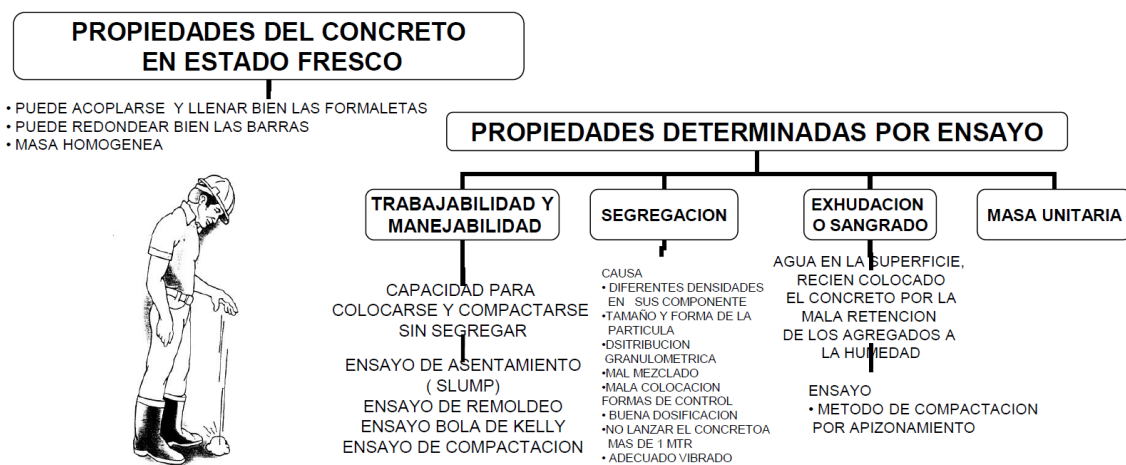
Nota: Adaptado del (ACI-211.1, 2022).

2.3.1.4. Propiedades del concreto en estado no endurecido.

En su fase plástica, el concreto es fácilmente moldeable, y al endurecerse, se vuelve resistente para soportar cargas de forma segura. Sus propiedades en estado fresco pueden evaluarse mediante el slump, contenido de aire, densidad, temperatura, segregación y fraguado (López et al., 2022).

Figura 7

Propiedades del Concreto en Estado no Endurecido



Nota: (Salazar, 2023).

Consistencia. Es la capacidad de fluir y ser moldeado sin separarse en sus componentes. Puede ser seco, plástico o fluido, dependiendo del agua agregada y del cemento en la mezcla (López et al., 2022).

Tabla 3

Consistencia del Concreto

Consistencia	Seca	Plástica	Fluida
Asentamiento	0"-2" (0 a 50 mm)	3"-4" (75 a 100 mm)	≥ 5" (125 mm)

Nota: (López et al., 2022).

Trabajabilidad. Es la facilidad con la que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado y compactado. La trabajabilidad adecuada garantiza una correcta colocación y evita la segregación y exudación del concreto (López et al., 2022).

Segregación. Es la separación de los componentes del concreto, especialmente los agregados más gruesos, de la matriz de pasta de cemento. La segregación puede deberse a una mala trabajabilidad, exceso de agua o malas prácticas durante la colocación (López et al., 2022).

Tiempo de fraguado. Es el intervalo de tiempo desde que se mezclan los materiales hasta que el concreto comienza a endurecer. El tiempo de fraguado depende del tipo de cemento utilizado y de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad (López et al., 2022).

Temperatura. El calor emitido por la mezcla de concreto refleja el equilibrio térmico de sus componentes. Según Cruzado (2021), la temperatura se mide con un termómetro de 0.5 °C de precisión, sumergido en el concreto por 2 a 5 minutos, asegurando al menos 3 pulgadas de cobertura en todas las direcciones

Densidad. La relación entre masa y volumen del concreto incluye todos sus componentes: cemento, agua, agregados y aire (mezclado y atrapado durante la colocación). Esta propiedad afecta directamente su resistencia y permite clasificarlo en liviano, normal o pesado de acuerdo a la NTP 339.046 (2019).

Tabla 4

Peso Unitario del Concreto

	Liviano	Normal	Pesado
Peso unitario (kg/m ³)	Menor a 1900	2200-2400	2800-6000

Nota: NTP 339.046 (2019).

Contenido de aire. Porcentaje de burbujas de aire que quedan atrapadas o son intencionalmente introducidas en la mezcla durante su preparación. Este aire puede mejorar ciertas propiedades del concreto, como su resistencia al ciclo de congelamiento y deshielo, pero debe controlarse para no afectar negativamente la resistencia del material (Abanto, 2017).

2.3.2. Curado del concreto

Es un proceso en el cual se le proporciona humedad y protección al concreto recién colocado, con el fin de asegurar un adecuado desarrollo de sus propiedades físicas y químicas, asegurando la resistencia del concreto, ya que un adecuado proceso de curado evita la pérdida prematura de agua y minimiza la contracción y fisuración (Medina-Sierra, 2017).

El curado del concreto empieza luego de la colocación y consolidación del material. Para ello, se usa generalmente agua, la cual se aplica de forma constante y uniforme sobre la superficie del concreto, este proceso puede llevarse a cabo de distintas maneras, como el riego continuo, la utilización de mantas o membranas impermeables o el uso de productos químicos especiales (Medina-Sierra, 2015).

El curado se realiza para evitar la pérdida prematura de agua del concreto, lo cual podría generar fisuras, agrietamientos y reducción en su resistencia; además, durante el proceso de curado se favorece la hidratación del cemento, permitiendo que los compuestos químicos presentes en el concreto se combinen de forma adecuada y se formen los enlaces y estructuras necesarios para lograr una mayor resistencia mecánica (Medina-Sierra, 2015).

El proceso de curado tiene ciertas implicancias en la construcción. En primer lugar, es necesario tener en cuenta el uso de técnicas adecuadas para el curado, ya que de lo contrario podría comprometerse su calidad; además, durante el período de curado es fundamental controlar la humedad y evitar la exposición a temperaturas extremas, ya que estas condiciones pueden afectar negativamente al material; así mismo, se debe cumplir con los tiempos de curado establecidos en las normas técnicas. Actualmente, en los ámbitos nacional e internacional se han aceptado distintos métodos para este curado (Medina-Sierra, 2017).

2.3.3. *Tiempo de curado*

Periodo en el que un material de construcción, como el concreto, alcanza su resistencia máxima; durante este proceso, el material se expone a condiciones controladas de humedad y temperatura para favorecer la hidratación de los componentes y permitir que se forme una estructura sólida y resistente (Huayta y Mamani, 2018).

El tiempo de curado puede variar dependiendo de la composición del concreto, la temperatura ambiental y la humedad relativa, entre otros factores; por lo general, se recomienda un tiempo de curado mínimo de 7 días para el concreto de uso general, pero en algunos casos puede ser necesario un tiempo de curado más prolongado (Machaca, 2021).

Las normas nacionales e internacionales suelen establecer el tiempo mínimo de curado necesario para diferentes elementos estructurales. Por ejemplo, según la Norma Técnica Colombiana NTC 673, el concreto debe curarse mínimo durante 7 días, y en el caso del mortero, la Norma Técnica Colombiana NTC 4028 establece un tiempo mínimo de curado de 28 días (Medina-Sierra, 2017).

En la norma peruana NTP 339.033 (2021) se detalla los lineamientos que, se deben seguir en el país para el curado del concreto en laboratorio y en obra.

Mientras que, en la norma E.060 (MVCS, 2009) se expresa como tiempo mínimo de curado 7 días después de la colocación del concreto en obra; pero es importante tener en cuenta que este tiempo mínimo puede variar dependiendo de las condiciones específicas de cada proyecto, las características del entorno y la carga a la que estará expuesto. Así mismo, para el análisis de su capacidad mecánica máxima a compresión, generalmente se trabaja con un tiempo de curado de 28 días, considerando que en este periodo se debe alcanzar el $f'c$ esperado.

2.3.4. Tipos de curado

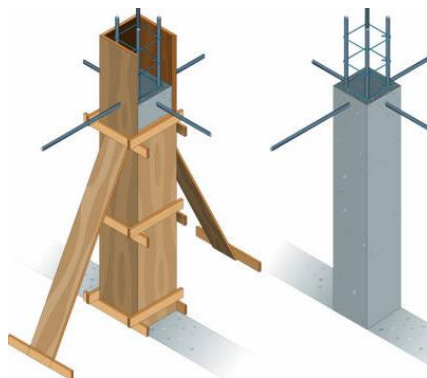
Los tipos de curado se refieren a las diferentes formas en que se puede realizar el proceso de curación de un material o sustancia; donde el curado es un proceso químico o físico que se utiliza para optimar el material, como su resistencia o capacidad de adhesión (Chapoñan, 2019).

En obra generalmente se aplica el curado húmedo del cuál existen diferentes formas como la inmersión en agua o la aspersión con agua, pero en la norma E.060 (MVCS, 2009) se argumenta que, el curado por vía húmeda puede ser remplazado por cualquier otro método de curado, siempre que, se demuestre que logra cumplir con la resistencia a compresión esperada del concreto.

Figura 8

Tipos de Curado

Expuesto al medio ambiente (en seco)



Curado por aspersión (tipo obra)



Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)



Recubrimiento húmedo (curado con mantos de hilo o frazadas)



Nota: Adaptado de (Aceros Arequipa, 2023).

2.3.4.1. Expuesto al medio ambiente (en seco).

El curado del concreto expuesto al medio ambiente en seco se refiere a la etapa en la que el concreto se seca naturalmente sin la aplicación de agua adicional; durante este tiempo, el concreto se endurece y adquiere resistencia, lo que le permite soportar cargas y desgaste (Betancourt y Estiven, 2022).

El curado en seco puede ser menos efectivo que el curado húmedo, ya que la pérdida natural de humedad puede provocar una reducción en la resistencia del concreto; por lo tanto, es fundamental asegurarse de que el concreto esté adecuadamente protegido durante este proceso para obtener los mejores resultados, sin embargo, también se puede evitar recubrir el mismo, y en este caso se considera como concreto no curado (Betancourt y Estiven, 2022).

2.3.4.2. Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio).

El curado del concreto por inmersión continua en agua se refiere a sumergir las probetas de concreto en agua por período de tiempo determinado para permitir que el concreto se cure adecuadamente y adquiera fuerza; este método de curado se utiliza comúnmente en laboratorios de pruebas de materiales para determinar la resistencia y las propiedades del concreto (Medina-Sierra, 2017).

Este proceso de curado es relativamente simple; después de moldear las probetas de concreto, estas se colocan en recipientes llenos de agua, de manera que estén completamente sumergidas (Medina-Sierra, 2017).

Este tipo de curado es ampliamente utilizado en pruebas de laboratorio, ya que permite una evaluación más precisa del concreto; sin embargo, cabe aludir que este método de curado no refleja las condiciones reales de curado en el campo, por lo que los resultados pueden diferir ligeramente de la resistencia real del concreto en una estructura (Medina-Sierra, 2017).

2.3.4.3. Curado por aspersión (tipo obra).

La cura por aspersión implica rociar agua sobre la superficie del concreto para evitar que se seque demasiado rápido y asegurar que la hidratación del cemento ocurra de manera adecuada; este método de curado ayuda a prevenir la formación de grietas y asegura la resistencia del concreto una vez que esté completamente curado. La cura por aspersión se realiza generalmente varias veces al día durante los primeros días después de la colocación del concreto, dependiendo de las condiciones ambientales (Medina-Sierra, 2017).

El agua utilizada para el curado por aspersión debe ser limpia y libre de contaminantes que puedan comprometer el concreto; además, es necesario evitar la aplicación de agua en exceso, ya que esto puede diluir los componentes del concreto y afectar su resistencia final (Rojas S. R., 2021).

2.3.4.4. Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos o frazadas).

El curado por recubrimiento húmedo del concreto es un proceso en el que se añade agua al concreto recién colocado y se le cubre con un material húmedo para evitar la pérdida prematura de humedad, por lo que, este proceso se realiza para prevenir la aparición de grietas y asegurar que el concreto alcance su resistencia (Rojas L. Y., 2021).

El curado con mantos de hilo (frazadas) consiste en colocar frazadas de fibras entrelazadas sobre la superficie del concreto, manteniéndolas constantemente húmedas para reducir la evaporación del agua y favorecer un adecuado proceso de fraguado; su textura porosa permite una evaporación gradual, lo que previene problemas como la retracción superficial y la formación de fisuras; además, son materiales económicos, reutilizables y de fácil acceso.

2.3.5. Propiedades del concreto endurecido

Las propiedades del concreto endurecido son las características físicas y mecánicas que presenta el concreto una vez ha completado su proceso de fraguado y endurecimiento, incluyendo resistencia a compresión, densidad, módulo de elasticidad, retracción, entre otros (Salazar, 2023).

Resistencia a la compresión. Es la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión (Salazar, 2023).

Densidad. Material denso que permite la construcción de estructuras sólidas y estables. Su densidad depende de la cantidad de agregados utilizados en su mezcla (Salazar, 2023).

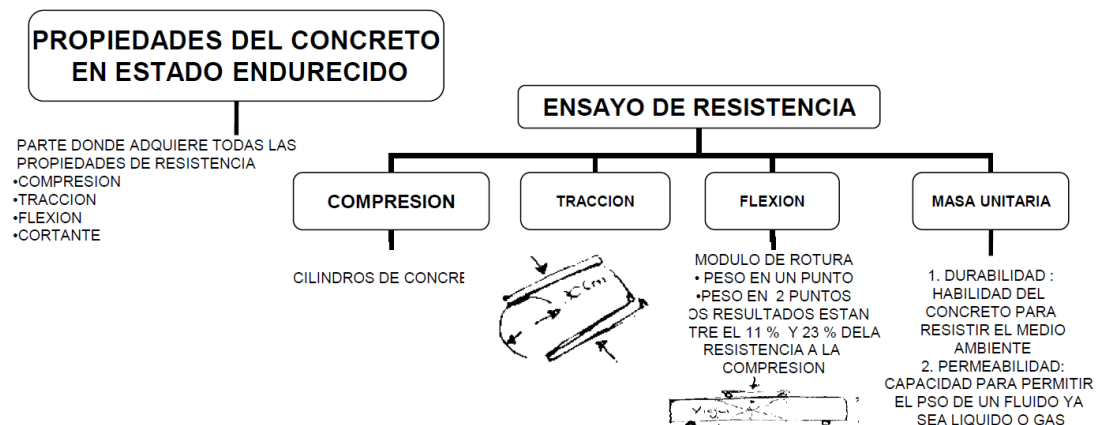
Módulo de elasticidad (MOE). Refleja la capacidad del concreto para recuperar su forma original tras una deformación, se define como la pendiente de la curva tensión-deformación al aplicar fuerza de compresión unidireccional, equivalente al 25% de la tensión máxima (Rivva, 2011).

$$MOE = 15000 \times \sqrt{f'c} \quad (14)$$

Donde, de acuerdo a la norma E0.60 (MVCS, 2009) $F'c$ resistencia a compresión.

Figura 9

Propiedades del Concreto en Estado Endurecido



Nota (Salazar, 2023).

2.3.6. Resistencia a compresión del concreto

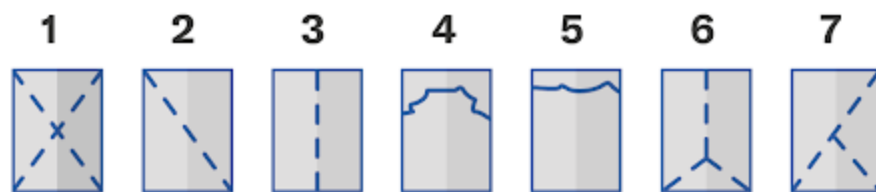
La resistencia a compresión del concreto, también conocida como resistencia a la compresión axial, es la capacidad del concreto para resistir la carga aplicada en forma de compresión, se mide en unidades de presión (Cieza, 2022).

$$f'c = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A} \quad (28)$$

Donde, $P_{m\acute{a}x}$ carga máxima en el ensayo, A área transversal del cilindro.

Figura 10

Diagramas de Fallas en Probetas de Concreto Sometidas a Carga Axial



Nota: (1) Cuando la carga de compresión se aplica correctamente a una muestra bien preparada. (2) Cuando las superficies de carga superan las tolerancias. (3) Muestras con superficies curvas. (4) Es perceptible en muestras con superficies cóncavas. (5) Se ve cuando hay concentraciones de esfuerzo por problemas en el material o rugosidades. (6) Es visible en muestras con superficies convexas o problemas en el cabezal y rugosidades. (7) Se percibe cuando hay desviaciones pequeñas en las superficies de carga o el centro de la muestra (Cemex, 2023).

2.3.6.1. Naturaleza de la resistencia del concreto.

La resistencia del concreto es el resultado de diferentes mecanismos de resistencia y debilidad presentes en su estructura, se considera tanto la resistencia del material cementante en sí (como el cemento) como la de los áridos utilizados (como la arena y la grava). La resistencia del concreto se basa en la capacidad del cemento para hidratarse y formar compuestos cristalinos que brindan resistencia y rigidez a la mezcla; estos compuestos se forman a raíz de una reacción química entre el cemento y el agua, conocida como hidratación, cuanto más completa sea esta reacción, mayor será la resistencia final del concreto (de Guzmán, 2021).

2.3.6.2. Factores que influyen en la resistencia del concreto.

La resistencia del concreto puede variar de acuerdo a varios factores, como la edad del concreto, las condiciones de curado y la variabilidad inherente a la colocación y compactación en el sitio de construcción (de Guzmán, 2021).

Relación agua-cemento: Una baja relación agua-cemento suele resultar en una mayor resistencia del concreto.

Calidad y tipo de cemento: Existen diferentes tipos de cemento que pueden tener características en términos de resistencia, tiempo de fraguado, etc.

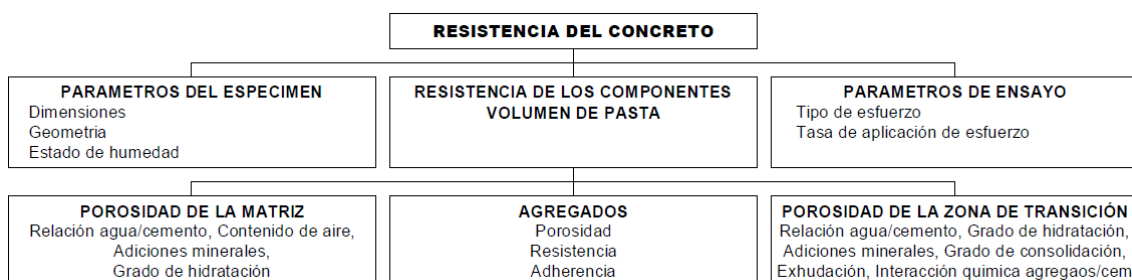
Tipo y calidad de los áridos: La selección de los áridos adecuados y su calidad pueden influir en la resistencia del concreto.

Proporciones de la mezcla: La proporción adecuada de cemento, agua y áridos es necesaria para obtener una resistencia óptima. Un diseño de mezcla inadecuado puede afectar negativamente la resistencia del concreto.

Curado y tiempo de fraguado: Un adecuado proceso de curado, que implica mantener la humedad y temperatura adecuadas durante el proceso de endurecimiento, es esencial para lograr la máxima resistencia del concreto. Además, el tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto también influirá en su resistencia.

Figura 11

Factores que Influyen en la Resistencia a Compresión



Nota: Adaptado de (Portugal, 2016).

2.3.6.3. Medida de la resistencia a compresión del concreto.

La resistencia a compresión del concreto se determina mediante ensayos de laboratorio, donde se someten muestras cilíndricas de concreto a cargas de compresión, se utiliza para determinar la capacidad de carga estructural y para especificar la resistencia requerida en el diseño de estructuras de concreto. El ensayo más usado para medir la resistencia a compresión del concreto es el ensayo de compresión uniaxial, donde una muestra cilíndrica o cúbica de concreto se somete a una carga de compresión gradualmente creciente hasta que se produce su fractura; se calcula dividiendo la máxima carga soportada por el área de sección transversal de la muestra (de Guzmán, 2021).

2.3.6.4. Importancia de la resistencia a compresión del concreto.

La resistencia a compresión del concreto es de suma importancia porque determina su capacidad para resistir cargas de compresión. Algunas de las razones por las cuales es importante son: (Bogantes, 2019)

Seguridad estructural: Una baja resistencia a compresión puede resultar en la falla de elementos estructurales y causar daños o lesiones graves.

Diseño de estructuras: Utilizada para diseñar estructuras de concreto, como pilares, vigas y losas; el conocimiento de la resistencia a compresión es esencial para determinar las dimensiones y la cantidad de refuerzo necesarios.

Rentabilidad: Un concreto con resistencia a compresión puede permitir reducir el tamaño de los elementos estructurales y, por lo tanto, utilizar menos material. Esto puede resultar en una reducción en los costos de construcción.

Calidad del concreto: La alta resistencia a compresión generalmente indica una buena calidad del concreto, lo que implica una mezcla adecuada, un buen curado y un buen control en la producción.

2.3.7. Norma ASTM C-1034 o NTP 339.213 (2019) Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto

La norma ASTM C1034 (o su equivalente peruana NTP 339.213) establece los requisitos y procedimientos para la evaluación de métodos de curado del concreto en condiciones de laboratorio, específicamente en relación con el mantenimiento de la humedad y temperatura durante el proceso de endurecimiento, factores que inciden directamente en el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto. Esta norma es particularmente relevante para estudios experimentales como el desarrollado en esta tesis, ya que proporciona las directrices técnicas para validar la efectividad de distintos tipos de curado, tales como el por inmersión, aspersion, uso de mantos húmedos o la exposición sin curado, considerando parámetros de control que aseguren la reproducibilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

2.3.8. Costos de curación del concreto

El curado del concreto es un proceso que garantiza la resistencia del material; aunque puede generar implicancias en términos de costos y tiempo, es fundamental para asegurar la calidad del concreto y evitar problemas futuros. Los costos de curación del concreto pueden variar dependiendo de varios factores, como el tamaño y la complejidad del proyecto, la región geográfica, el tipo de acabado deseado y la disponibilidad de materiales y mano de obra (Alva, 2013).

Algunos de los costos asociados con la curación del concreto incluyen: (Villegas y Corrales, 2012)

Productos químicos de curado (opcional) u otros productos utilizados

durante el proceso de curado: El costo de estos productos varía según la marca y la cantidad requerida.

Personal y mano de obra: El costo de la mano de obra para la curación del concreto dependerá de la cantidad de trabajadores requeridos y de la duración del proyecto; esto puede incluir el tiempo y los salarios de los trabajadores.

Equipo y materiales adicionales: Además de los productos químicos de curado, pueden ser necesarios otros equipos y materiales para la curación del concreto. Esto puede incluir herramientas de aplicación, como rociadores o cepillos, así como materiales de protección, como mantas de curado o lonas. El costo de estos elementos dependerá de su calidad y cantidad requerida.

Es importante tener en cuenta que los costos de curación del concreto son una parte integral del proceso de construcción y deben considerarse al presupuestar un proyecto de construcción; además, el uso adecuado de técnicas de curado puede ayudar a mejorar la resistencia del concreto, lo que puede reducir los costos de reparación o mantenimiento a largo plazo (Reyes et al., 2013).

2.4. Hipótesis

H1: Los tipos y tiempos de curado del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Chota influyen en la resistencia a compresión del concreto y el costo de su producción.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente: Tipo y tiempo de curado

El curado del concreto se refiere al proceso de mantener una adecuada humedad y temperatura en el concreto recién colocado para permitir que se cure y se endurezca correctamente; garantizando la adecuada hidratación y desarrollo de las propiedades del concreto, como su resistencia (Medina-Sierra, 2017).

El tipo de curado del concreto se refiere al método o técnica utilizada para curar el concreto después de su colocación y antes de que alcance su resistencia deseada (Luna, 2020). Existen diferentes tipos de curado del concreto, entre los cuales se encuentran: Expuesto al medio ambiente (en seco), curado por aspersión (tipo obra), curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio), recubrimiento húmedo (curado usando mantos (frazadas)).

El tiempo de curado es el período de tiempo durante el cual se lleva a cabo el proceso de curado; manteniendo el concreto en condiciones controladas de humedad y temperatura para permitir que el proceso de fraguado y endurecimiento se lleve a cabo de manera óptima (Huayta y Mamani, 2018).

2.5.2. Variable dependiente: Resistencia a compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a compresión del concreto es una medida de la capacidad del material para resistir fuerzas de compresión antes de que se produzcan fallas o rupturas, se determina mediante pruebas de laboratorio en las que se aplica una carga de compresión gradual al material y se mide la máxima fuerza que puede soportar antes de romperse (de Guzmán, 2021).

Tabla 5

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicador	Instrumento	índice		
Variable independiente Tipo y tiempo de curado	El curado es el proceso de mantener una adecuada humedad y temperatura en el concreto recién colocado para permitir que se cure y se endurezca correctamente (Huayta y Mamani, 2018).	Metodología de curado	Se refiere al método o técnica utilizada para curar el concreto después de su colocación y antes de que alcance su resistencia deseada.	Curado por aspersión (tipo obra)	Formato de registro de espécimen según curado	Lt/m3		
				Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)		Lt/m3		
				Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos o frazadas)		Lt/m3		
				Expuesto al medio ambiente (sin curado)			
				Tiempos de curado		Tiempo durante el cual se lleva a cabo el proceso de curado del concreto	T1= 3 días T1= 7 días T1= 14 días T1= 28 días T1= 56 días	Formato de registro del tiempo de curado
		Variable dependiente Resistencia a la compresión del concreto f _c = 210 kg/cm ²	Es una medida de la capacidad del material para resistir fuerzas de compresión antes de que se produzcan fallas o rupturas (de Guzmán, 2021).	Propiedades de los agregados	Son las características físicas de los agregados a usar en el concreto	Granulometría	Formato de ensayo	%
						Humedad		%
						Peso unitario		Kg/cm ³
						Peso específico		%
						Absorción		%
Diseño de mezcla base	Representa la proporción de materiales que componen el concreto			Cemento	Tabla de diseño de mezcla	%		
				Agregado fino		%		
				Agregado grueso		%		
				Agua		R A/C		
Propiedades en estado fresco	Son aquellas características del concreto no endurecido			Asentamiento	Formato de ensayo	mm		
		Peso unitario	Kg/cm ³					
		Contenido de aire	%					
Resistencia a la compresión axial	Es la caracterización mecánica del concreto curado por diferentes métodos externos.	Resistencia a compresión por tipo de curado	Curva de resistencia	Kg/cm ²				
		Resistencia a compresión por tiempo de curado		Kg/cm ²				
		Costo de curación del concreto		Equipos y/o herramientas Materiales Mano de obra	Hoja de costo económico	S./ S./ S./		

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque busca medir y cuantificar la influencia de los tipos y tiempos de curado externo en la variable dependiente por medio de datos numéricos referidos a la resistencia a compresión del concreto, así mismo, utiliza herramientas y técnicas estadísticas para recopilar y analizar los datos de manera numérica (Vega-Malagón et al., 2014).

Además, se considera una investigación de tipo aplicada porque busca generar conocimiento relevante y útil para la práctica en la construcción (Vargas, 2009), los resultados obtenidos se pueden aplicar directamente en la selección de tipos y tiempos de curado externo para mejorar la resistencia del concreto.

Por otro lado, se trata de una investigación de nivel explicativo, ya que busca establecer relaciones causales entre las variables independientes y la variable dependiente (Cauas, 2015), se pretende identificar las causas y los efectos de la influencia del curado externo en la resistencia a compresión del concreto y su costo de producción.

Tabla 6

Tipo de Investigación

Criterio	Tipo de investigación
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Contexto donde sucede	Laboratorio
Control de diseño de la prueba	Cuasiexperimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Finalidad	Aplicada
Fuente de datos	Primaria
Objetivos	Explicativa

Nota: (Grajales, 2000).

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es cuasiexperimental de pretest y postest. De acuerdo a Morales (2013) es cuasiexperimental porque la muestra se define por conveniencia, pero la variable independiente si genera un efecto en la variable dependiente, mismo que se ha analizado antes y después del tratamiento, lo que en este caso implica que, se mide la resistencia a compresión del concreto antes y después de aplicar los diferentes tipos y tiempos de curado externo, lo que, permite comparar los resultados y determinar si hay diferencias significativas en la resistencia a compresión debido a las variables independientes.

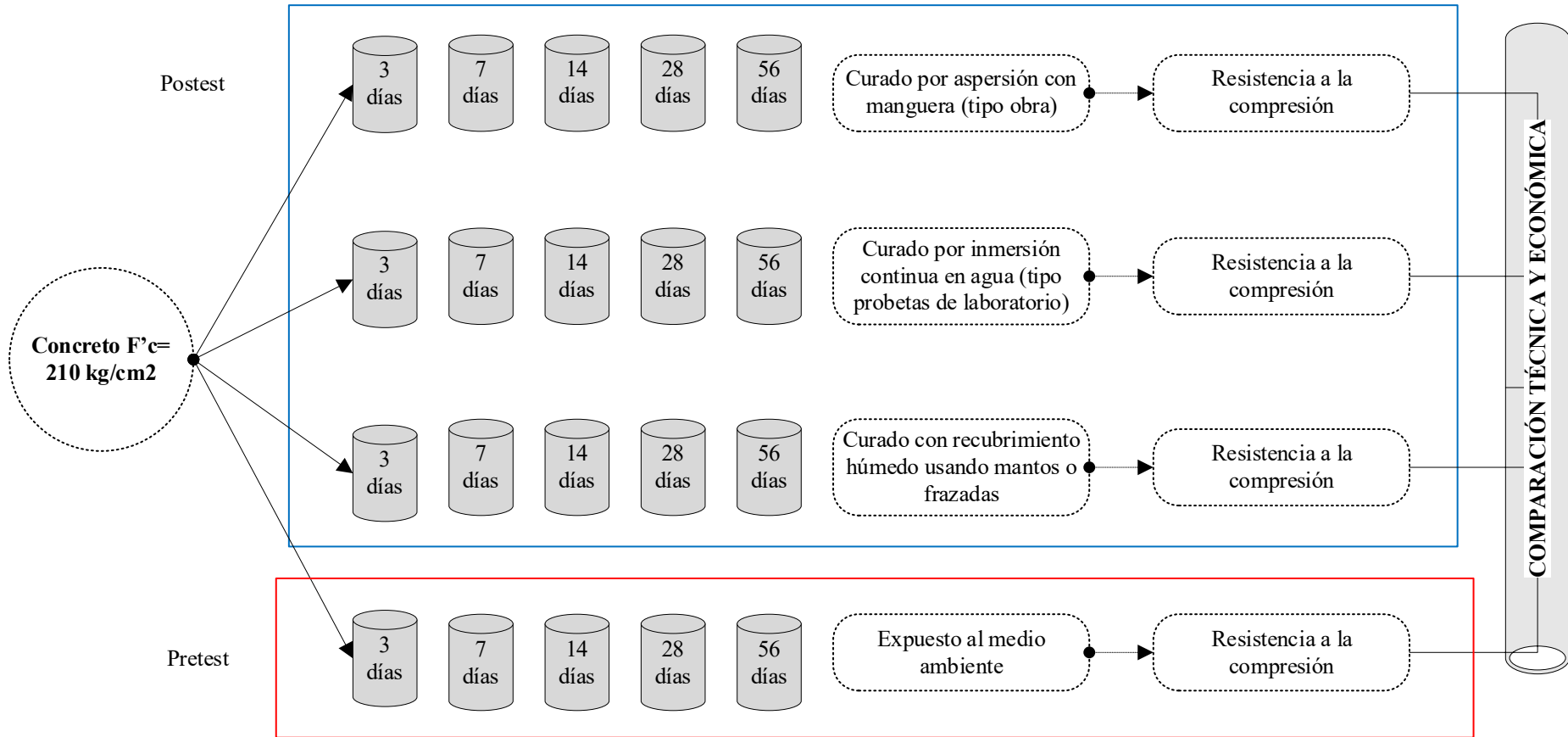
$$M \rightarrow X \left\{ \begin{array}{l} \text{Tipo y tiempos de curado} \\ X1 \rightarrow \begin{array}{l} X1,1 \\ X1,2 \\ X1,3 \\ X2,1 \\ X2,2 \\ X2,3 \\ X3,1 \\ X3,2 \\ X3,3 \\ X4,1 \\ X4,2 \\ X4,3 \end{array} \\ X2 \rightarrow \\ X3 \rightarrow \\ X4 \rightarrow \end{array} \right\} Y$$

Donde, X1, X2, X3 y X4 son los tipos de curado que se van a aplicar y los subíndices X, 1,2,3 representan los tiempos de curado, M es el concreto al que, se le va a aplicar el curado, X el tratamiento o variable independiente en este caso, los tipos y tiempos de curado, Y la variable dependiente, en este caso la resistencia a compresión del concreto.

En la Figura 15, se presenta el esquema del diseño de investigación.

Figura 12

Diseño de Investigación: Cuasiexperimental de Pre-test y Pos-test



3.3. Métodos de investigación

En la investigación se ha utilizado el método hipotético deductivo debido a su naturaleza científica y su capacidad para establecer relaciones causales, así como su capacidad para evaluar la validez de las hipótesis (Puebla, 2010).

Este método permitió formular hipótesis basadas en observaciones y conocimientos previos; en ese caso, se estableció una hipótesis que indicaba que diferentes tipos y tiempos de curado externo afectarían significativamente la resistencia a compresión del concreto; posteriormente, se diseñaron experimentos controlados para probar dichas hipótesis, se manipularon diversas variables, como el tipo y el tiempo de curado externo, y se midieron los efectos resultantes en la resistencia a compresión del concreto. A partir de los resultados obtenidos en los experimentos, se llevó a cabo un proceso de deducción lógica para evaluar si las hipótesis formuladas eran correctas o no; y luego estas deducciones se presentaron en conclusiones de la investigación.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Todos los especímenes de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curados a diferentes tipos de curado externo [curado por aspersión (tipo obra), curado por inmersión continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo (curado usando mantos o frazadas)] y tiempos de endurecimiento (3, 7, 14, 28 y 56 días) en Chota, Cajamarca.

3.4.2. Muestreo

Se ha aplicado el muestreo no probabilístico, por conveniencia, de acuerdo a la norma NTP 339.034 (2021) que, sugiere como mínimo tres (3) repeticiones para pruebas a compresión por cada tipo de muestra y periodo de curado, por lo

que se optó por trabajar con cuatro (4) repeticiones por ensayo a compresión. Siendo así, tomando en cuenta que se tienen cuatro (4) tipos de curado externo: curado por aspersión (tipo obra), curado por inmersión continua en agua, recubrimiento húmedo (curado usando mantos o frazadas) y expuesto al medio ambiente (sin curado); y cinco (5) tiempos de curado (3, 7, 14, 28 y 56 días), con cuatro (4) repeticiones, la muestra total se ha conformado por 80 especímenes de concreto elaborados con cemento Inka Tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba y agua potable en la ciudad de Chota.

3.4.3. Muestra

80 probetas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, determinado por muestreo no probabilístico, curados a cuatro (4) tipos diferentes de curado externo [curado por aspersión (tipo obra), curado por inmersión continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo (curado usando mantos)] y cinco tiempos de endurecimiento (3, 7, 14, 28 y 56 días) en Chota, Cajamarca. El concreto se ha elaborado con cemento Inka Tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba y agua potable.

Tabla 7

Número de Probetas de Concreto según Tipo y Tiempo de Curado en Chota

Tipo de curado	Tiempo de curado					Número de especímenes
	3	7	14	28	56	
Expuesto al medio ambiente (en seco)	4	4	4	4	4	20
Curado por aspersión (tipo obra)	4	4	4	4	4	20
Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	4	4	4	4	4	20
Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos o frazadas)	4	4	4	4	4	20
Total	16	16	16	16	16	80

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación. Método de recolección de datos en el cual el investigador registra eventos de interés de forma directa y sin interferir en su desarrollo. En el contexto, la observación consistió en registrar el proceso de curado del concreto, esto implicó observar cómo se llevó a cabo el curado por cada método y si se presentan rasgos de fisuración, agrietamiento u otros en las probetas.

Análisis del concreto. Implica realizar pruebas en el concreto para comprobar sus propiedades, esto se ha realizado a través de la determinación de la compresión axial, esta prueba se llevó a cabo en diferentes momentos (3, 7, 14, 28, 56 días) durante el proceso de curado, con el fin de analizar cómo se va desarrollando la resistencia en función del tipo y tiempo de curado aplicado.

3.5.2. Instrumentos

Guion de observación. Se utilizó para seguir un proceso adecuado en la documentación visual del proceso de curado externo del concreto, así mismo, se registró las características visuales de las probetas de concreto.

Formatos de laboratorio. Los formatos de laboratorio se han elaborado según los lineamientos de las normas técnicas peruanas (NTP) de cada uno de los ensayos y corresponden a formatos propios del laboratorio de mecánica de materiales CIEXLIAN de la ciudad de Chota, por lo que, no requiere ser validado por juicio de expertos, no obstante, su confiabilidad se ha medido por medio de la desviación estándar en los resultados debido a que, la NTP 339.034, norma para medir la resistencia a compresión del concreto, expresa que, los resultados no deben sobrepasar el 7% de la desviación estándar en caso superen dicho porcentaje deben volverse a realizar.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

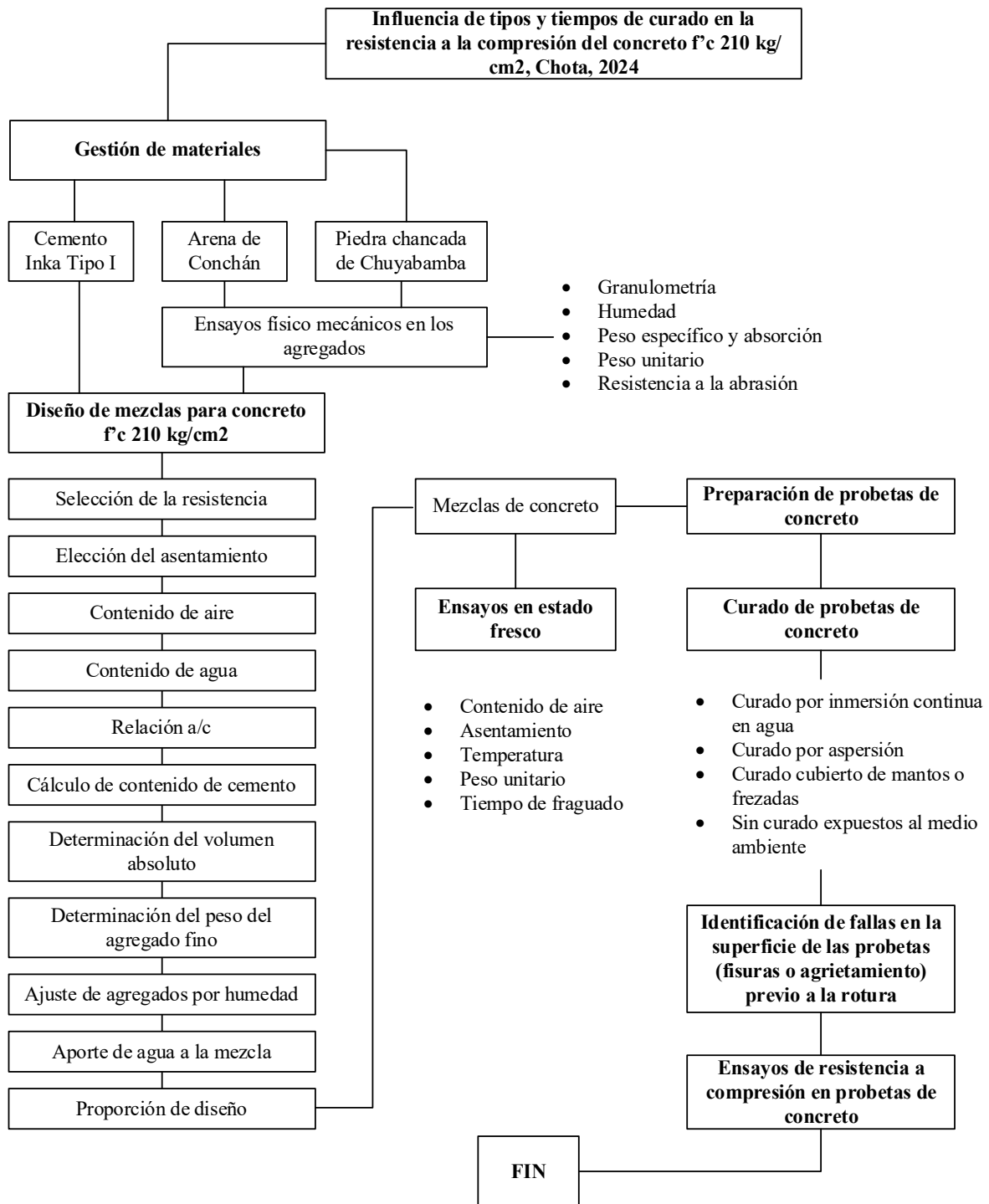
El proceso de obtención de datos en la investigación comenzó con la gestión de los materiales necesarios, donde se adquirió agregado fino de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera Chuyabamba, además de cemento Inka Tipo I y agua potable. Posteriormente, se realizaron ensayos físico-mecánicos a los agregados, tales como análisis granulométrico contenido de humedad, peso unitario, peso específico y absorción, además del ensayo de abrasión, todo siguiendo las normas técnicas peruanas (NTP) vigentes.

El diseño de mezcla se llevó a cabo siguiendo la metodología del ACI 211.1 (2022), se determinaron las proporciones de los materiales para concreto $f'c=210$ kg/cm², considerando asentamiento de 3 a 4 pulgadas, relación agua-cemento (a/c) de 0.56 y contenido de aire del 2%. Una vez definido el diseño, se procedió a la preparación de las muestras en el laboratorio CIEXLIAN, elaborando 80 probetas cilíndricas de concreto, siguiendo la NTP 339.183 (2021). Las probetas fueron moldeadas, compactadas y curadas en cuatro tipos de condiciones: curado por inmersión continua en agua, curado por aspersión, curado con mantas húmedas (frazadas) y sin curado, expuesto al medio ambiente. El curado se realizó durante períodos de 3, 7, 14, 28 y 56 días.

Para evaluar las propiedades del concreto en estado fresco, se realizaron ensayos de asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario de la mezcla. Finalmente, se llevaron a cabo los ensayos de resistencia a compresión de las probetas curadas, siguiendo la NTP 339.034 (2021).

Figura 13

Proceso de Obtención de Datos



Nota: se ha elaborado un diagrama de flujo con el procedimiento que se ha seguido para el desarrollo de la investigación.

3.6.1.1. Gestión de materiales.

Previo a la realización de la investigación se adquirieron todos los recursos necesarios para la producción del concreto, siendo así: se compró agregado fino de la cantera Conchán (ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 760456.00 m E, 9288006.00 m S distrito de Conchán), agregado grueso de la cantera Chuyabamba (ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 753216.65 m E, 9279142.62 m S distrito de Chota), y cemento Inka Tipo I de la ferretería ADJ.

Tabla 8.

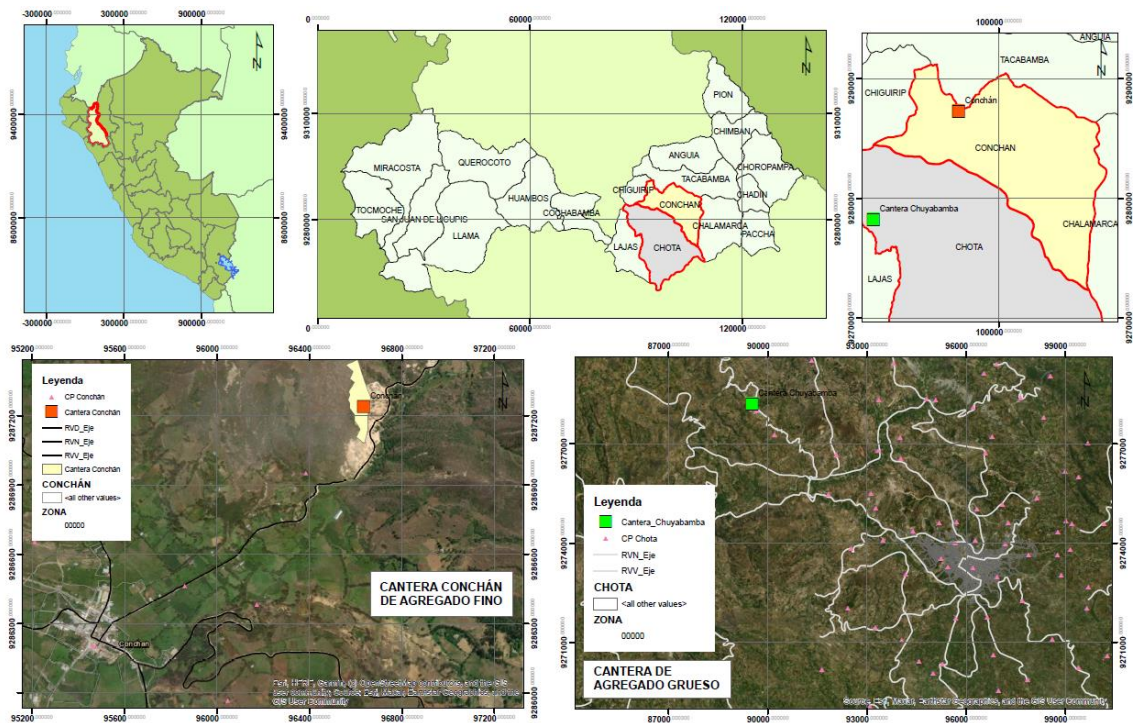
Ubicación Geográfica de las Canteras

Cantera	Distrito	Tipo de material extraído	Coordenadas UTM WGS84	
			Este (m E)	Norte (m S)
Conchán	Conchán	Arena	760456.00	9288006.00
Chuyabamba	Chota	Piedra chancada	753216.65	9279142.62

Nota: Coordenadas tomadas en campo, con un GPS de mano Gramin 64sx.

Figura 14

Ubicación de las Canteras



Nota: se ha elaborado un plano de ubicación utilizando los shp del MINEDU.

3.6.1.2. Ensayos físico mecánicos a los agregados.

Los ensayos físicos y mecánicos a los agregados naturales: NTP 400.012 (2021) análisis granulométrico, NTP 339.185 (2021) contenido de humedad, NTP 400.017 (2020) peso unitario, NTP 400.022 (2021) peso específico y absorción del agregado fino, NTP 400.021 (2020) peso específico y absorción del agregado grueso y NTP 400.019 (2020) abrasión de Los Ángeles al agregado grueso, se realizaron en el laboratorio de mecánica de materiales CIEXLIAN de Chota.

a) NTP 339.185 (2021) humedad de los agregados.

Aparatos: Balanza, horno, recipiente de muestra.

Procedimiento:

- Se pesó una muestra de agregado fino y grueso previamente seco en un recipiente limpio y seco. Este peso fue anotado como “peso inicial”.
- Se colocó el agregado en un horno a temperatura constante y se dejó secar durante un período establecido de tiempo, generalmente 24 horas.
- Se retiró la muestra del horno y se dejó enfriar hasta alcanzar temperatura ambiente en un desecador. Posteriormente, se pesó la muestra seca en el mismo recipiente utilizado previamente y se anotó este peso como “peso final”.

b) NTP 400.012 (2021) análisis granulométrico de los agregados.

Aparatos: Balanza, tamices, horno, recipiente de muestra.

Procedimiento:

- Se tomó una muestra representativa de agregado fino y una de agregado grueso.
- Se lavaron las muestras de agregado fino y grueso para eliminar el polvo y las partículas finas presentes.

- Se colocaron las muestras de agregados en una estufa a una temperatura aproximada de 110°C hasta alcanzar un peso constante, lo que indicó que las muestras estaban completamente secas.
- Se utilizaron tamices mecánicos de diferentes tamaños de malla para separar las partículas de agregado según su tamaño. Para el agregado fino, se emplearon tamices con tamaños de malla de 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 600 μm , 300 μm , 150 μm y 75 μm , mientras que para el agregado grueso se usaron tamices de 37.5 mm, 25 mm, 19 mm, 12.5 mm, 9.5 mm, 4.75 mm y 2.36 mm.
- Se colocó una cantidad determinada de muestra en el tamiz de mayor tamaño y se procedió al tamizado de forma manual. Los tamices fueron agitados por 5 minutos para asegurar la separación completa de las partículas.
- Tras el proceso de tamizado, se retiraron las fracciones de agregado retenidas en cada tamiz y se pesaron individualmente para determinar el porcentaje de peso retenido en cada malla.

c) NTP 400.017 (2020) peso unitario de los agregados .

Aparatos: Balanza, varilla de apisonado, recipiente, pala o cucharón.

Procedimiento

- **Peso unitario suelto:** Se pesó la olla en la balanza, luego se llenó con agregado en tres capas (1/3, 2/3 y 3/3), apisonando cada capa con 25 golpes utilizando una varilla. Posteriormente, se enrasó el recipiente. Finalmente, se pesaron el recipiente y el agregado, y también se registró el volumen del recipiente.
- **Peso unitario compactado:** Se pesó la olla en la balanza, luego se llenó con agregado en dos etapas (1/3 y 2/3). Después, se completó el llenado dejando caer el agregado desde una altura aproximada de 5 cm por encima del borde

superior del recipiente. Finalmente, se pesaron el recipiente y el agregado, y se registró el volumen del recipiente.

d) NTP 400.022 (2021) gravedad específica y absorción del agregado fino.

Aparatos: Balanza, picnómetro, frasco, molde, barra compactadora, estufa.

Procedimiento:

- Se tomaron 500 g de cada muestra de agregado fino. Las muestras se secaron en un horno a 110°C hasta alcanzar un peso constante. Luego, se remojaron en agua durante 24 horas.
- Posteriormente, el material se colocó en un molde cónico. Se compactó con 25 golpes utilizando una varilla metálica. El molde fue retirado verticalmente, dejando el agregado en estado saturado y superficialmente seco (SSS).
- Se determinó el volumen de la muestra como el peso del agua desplazada por el agregado sumergido en un matraz.
- Se realizó un lavado completo de la muestra de agregado fino. Luego, se secó en un horno a 110°C hasta alcanzar un peso constante.
- Posteriormente, se sumergió nuevamente la muestra en agua durante 24 horas. Se dejó escurrir y se rodó sobre un paño absorbente.
- Finalmente, se pesó la muestra y se determinó su volumen para calcular la gravedad específica y el porcentaje de absorción.

e) NTP 400.021 (2020) peso específico y absorción de agregados gruesos

Aparatos: Balanza, cesta con malla de alambre, depósito de agua, tamices, estufa.

Procedimiento:

- Se cuarteó la muestra de agregado fino. Se zarandeó a través del tamiz N° 4. El material retenido en el tamiz fue pesado y lavado para eliminar polvo o sustancias extrañas adheridas.

- La muestra fue introducida en un horno a una temperatura de 100°C a 110°C durante un día. Luego, se retiró del horno y se dejó secar por un período de 1 a 3 horas.
- La muestra seca fue sumergida en agua durante 1 día para permitir la saturación.
- Al finalizar la inmersión, se retiró la muestra del agua. Se secó superficialmente y se pesó.
- La muestra se colocó en el interior de una canastilla metálica. Se determinó su peso sumergido en agua.
- Finalmente, la muestra fue introducida nuevamente en el horno durante un día. Se retiró del horno, se dejó enfriar y se obtuvo el peso seco sin incluir el peso del recipiente.

f) NTP 400.019 (2020) resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.

Aparatos: Máquina de los ángeles, tamices, balanza, carga.

Procedimiento:

- Se tomó una muestra representativa de agregado grueso y se lavó para eliminar cualquier impureza. Luego, se secó en un horno a una temperatura de 100°C a 110°C hasta alcanzar un peso constante.
- Se pesó una cantidad especificada de agregado seco y se tamizó a través de una serie de tamices de diferentes tamaños para separar las fracciones de partículas. Se registró la masa de cada fracción de agregado obtenida.
- Se colocó una carga de bolas de acero, con un peso aproximado de 5,000 g, en la máquina de los Ángeles.

- Se introdujo la muestra de agregado en la máquina de los Ángeles junto con las bolas de acero, asegurando el contacto entre las partículas y las bolas. Posteriormente, se cerró la puerta de la máquina.
- La máquina de los Ángeles fue accionada y realizó un movimiento rotatorio a una velocidad de 30 a 33 rpm durante un número determinado de revoluciones, según lo especificado en las normas aplicables.
- Tras completar el número de revoluciones, se retiró la muestra de la máquina y se tamizó utilizando los mismos tamices empleados anteriormente. Se registró nuevamente la masa de cada fracción tamizada.
- La pérdida de masa se calculó restando la masa final obtenida después del ensayo de la masa inicial. El resultado se dividió entre la masa inicial y se multiplicó por 100 para expresar el porcentaje de pérdida de masa.

Figura 15

Realización de Ensayos de Laboratorio en Agregados: Granulometría del Agregado Grueso



3.6.1.3. Resultados de los ensayos físico mecánicos a los agregados.

El agregado fino proveniente de la cantera de Conchán cumple con la mayoría de los requisitos de la NTP 400.037 (2021); el módulo de finura (2.27), aunque ligeramente por debajo del rango normativo de 2.3 a 3.1, se encuentra cercano al límite inferior, indicando una granulometría aceptable; presenta humedad del 2.54% y absorción del 2.2%; los pesos específicos obtenidos (SSS: 2.618 g/cm³) y los pesos unitarios compactado (1508 kg/m³) y suelto (1382 kg/m³) indican un agregado fino con distribución apropiada. El agregado grueso de la cantera Chuyabamba cumple con la NTP 400.037 (2021) con TMN de 3/4", además cumple con el huso granulométrico #467; su humedad es de 2.27%, y su bajo porcentaje de absorción (0.92%) indica baja porosidad; los pesos específicos obtenidos (SSS: 2.611 g/cm³) y los pesos unitarios compactado (1541 kg/m³) y suelto (1390 kg/m³) evidencian un material bien denso. Finalmente, el porcentaje de abrasión de 22.51%, confirma que el agregado tiene resistencia al desgaste.

Tabla 9

Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados Utilizados en el Concreto

Propiedades físico mecánicas	Agregado fino	Agregado grueso
Cantera	Conchán	Chuyabamba
Tamaño máximo (TM)		1"
Tamaño máximo nominal (TMN)		3/4"
Módulo de finura (MF)	2.27	
Humedad (%)	2.54	2.27
Absorción (%)	2.2	0.92
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.56	2.587
Peso específico SSS (g/cm ³)	2.618	2.611
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.717	2.650
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1508	1541
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1382	1390
Abrasión (%)		22.51

Ambos agregados, el fino de Conchán y el grueso de Chuyabamba, cumplen con los parámetros establecidos por la NTP 400.037 (2021), asegurando que son adecuados para la elaboración de concreto.

Figura 16

Curva Granulométrica del Agregado Fino

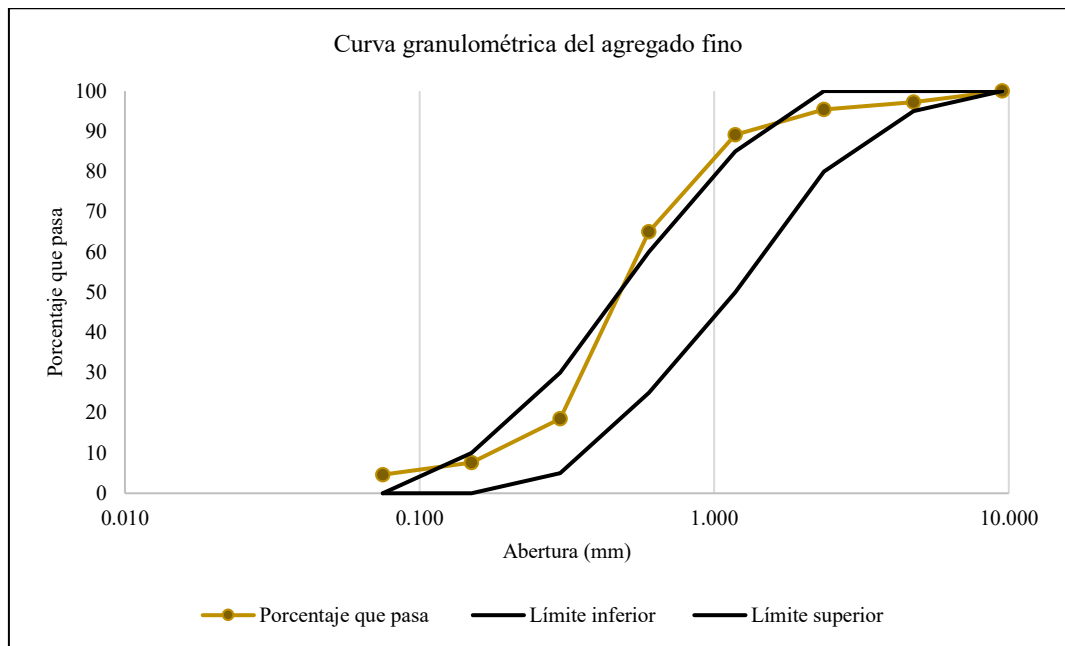
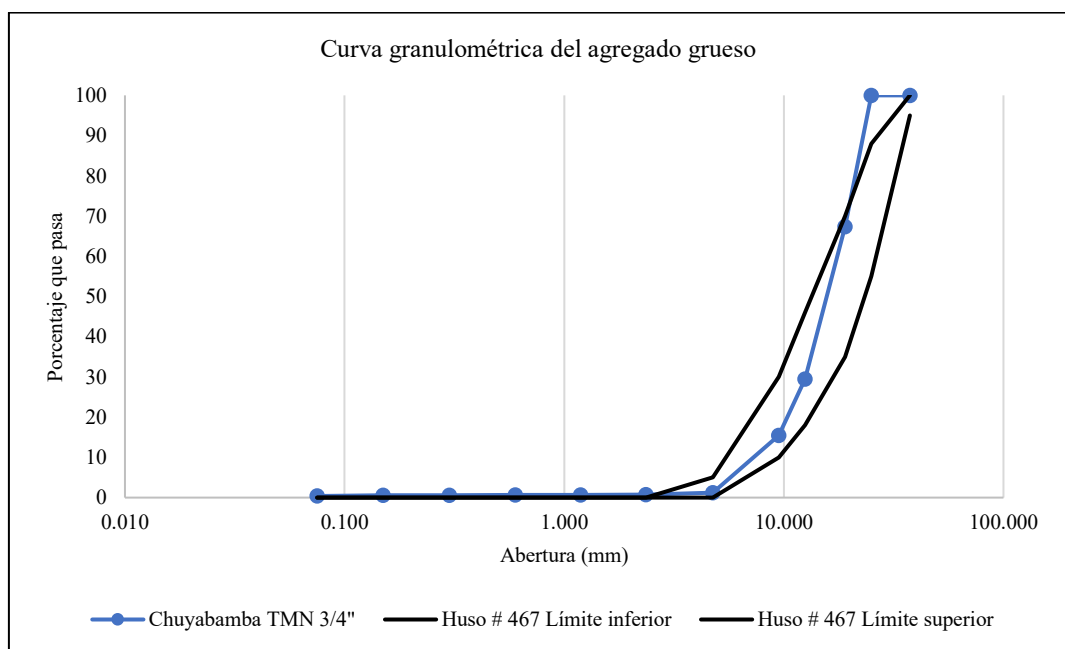


Figura 17

Curva Granulométrica del Agregado Grueso



3.6.1.4. Diseño de mezcla del concreto.

El diseño de mezcla sigue las pautas del ACI 211.1 (2022) utilizando para ello una hoja de cálculo en Microsoft Excel, utilizando cemento Inka Tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba y agua potable.

a) Pasos para el diseño de mezcla del concreto.

Selección de resistencia media (f'_{cr}): Se determinaron los requisitos de resistencia a compresión, es se definió el f'_{c} de diseño 210 kg/cm².

$$F'_{cr} = F'_{c} + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad (29)$$

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2 \quad (30)$$

Elección del Slump: 3" a 4"

Determinación de las propiedades de los materiales: Se recolectaron y analizaron los datos de los materiales a utilizar en la mezcla, como los resultados de los ensayos de los agregados (grava y arena), del cemento y del agua.

Selección del TMN de partícula de los áridos gruesos: ¾"

$$\text{Para TMN } 3/4" \rightarrow \text{agua} = 205 \text{ lt/m}^3 \rightarrow 2\% \text{ aire} \quad (31)$$

Contenido de aire: 2%

Contenido de agua: 205 lt/m³

Relación agua/cemento (A/C): 0.56

$$\text{Para } f'_{c} \text{ } 210 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \frac{a}{c} = 0.56 \quad (32)$$

Tabla 10

Relación a/c de Acuerdo a la Resistencia

Resistencia a compresión a los 28 días (kg/cm ²)	a/c	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
250	0.61	0.52
200	0.70	0.61

Nota: (ACI-211.1, 2022).

Cálculo del consumo de cemento: Se calculó la cantidad de cemento necesaria utilizando la relación agua-cemento requerida y el contenido de agua, con el fin de alcanzar la resistencia a compresión especificada.

$$\frac{\text{Cantidad de agua}}{\text{Factor } C} = A/C \quad (33)$$

$$\frac{205}{\text{Factor } C} = 0.56 \quad (34)$$

$$\text{Factor } C = 8.64 \text{ bolsas}/m^3 \quad (35)$$

Peso del agregado grueso

$$\text{Peso A. G.} = \frac{b}{b_o} \times \text{Peso PUC} \quad (36)$$

Entonces b/b_o es la relación entre el MF de la arena y el TMN de la grava.

Tabla 11

Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario del Concreto

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso (cm ³) para MF de la arena		
	2.20	2.27	2.40
19.5	0.58	b/b _o =0.603	0.66

Nota: (ACI-211.1, 2022).

$$\text{Peso A. G.} = 0.603 \times 1541 \quad (37)$$

$$\text{Peso A. G.} = 929.25 \text{ kg} \quad (38)$$

Determinación del volumen absoluto: Se determinaron las proporciones de los agregados (grava y arena) en función de la relación requerida entre ellos y considerando el contenido de cemento previamente calculado.

$$\text{Cemento} \rightarrow \text{vol. cemento (m}^3) = \frac{\text{Peso del cemento (kg)}}{\text{PU.Cemento (kg/cm}^3)} \quad (39)$$

$$\text{A. grueso} \rightarrow \text{vol. AG (m}^3) = \frac{\text{Peso A.grueso húmedo (kg)}}{\text{PU.A.grueso húmedo (kg/cm}^3)} \quad (40)$$

$$\text{A. fino} \rightarrow \text{vol. AF (m}^3) = \frac{\text{Peso A.fino húmedo (kg)}}{\text{PU.A.fino húmedo (kg/cm}^3)} \quad (41)$$

$$\text{Agua (lts/bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por } m^3}{\left(\frac{\text{Peso del cemento por } m^3}{\text{Peso del cemento por bolsa}} \right)} \quad (42)$$

$$\text{Cemento} = \frac{C}{\text{Densidad}} \quad (43)$$

$$\text{Cemento} = \frac{367.12 \text{ kg/m}^3}{3100 \text{ kg/m}^3} = 0.118 \text{ m}^3 \quad (44)$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Peso específico}} \quad (45)$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3 \quad (46)$$

$$\text{Aire} = \text{contenido de aire atrapado} = 0.020 \text{ m}^3 \quad (47)$$

$$AG = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Peso específico}} \quad (48)$$

$$AG = \frac{929.25 \text{ kg/m}^3}{2590 \text{ kg/m}^3} = 0.358 \text{ m}^3 \quad (49)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + AG) \quad (50)$$

$$\text{Volumen AF} = 1 - (0.118 + 0.205 + 0.020 + 0.358) \quad (51)$$

$$\text{Volumen AF} = 0.298 \text{ m}^3 \quad (52)$$

Determinación del peso del agregado fino

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Peso específico AF} \quad (53)$$

$$\text{Peso AF} = 0.298 \times 2560 = 763.35 \text{ kg} \quad (54)$$

Pesos de agregados para diseño

$$\text{Cemento} = 367.12 \text{ kg/m}^3 \quad (55)$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ Lt/m}^3 \quad (56)$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = 763.35 \text{ kg/m}^3 \quad (57)$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 929.25 \text{ kg/m}^3 \quad (58)$$

Ajuste de agregados por humedad

$$\text{Agregado final} = \text{Agregado en kg} \times (\text{Contenido de humedad} + 1) \quad (59)$$

$$\text{Agregado fino} = 763.35 \times (2.54\% + 1) = 782.74 \text{ kg} \quad (60)$$

$$\text{Agregado grueso} = 929.25 \times (2.27\% + 1) = 950.35 \text{ kg} \quad (61)$$

Aporte de agua a la mezcla: Se calculó la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia deseada del concreto, basándose en la relación agua-cemento y el contenido de cemento definido.

$$Aporte\ de\ agua = \sum(humedad - absorción) \times agregados\ final \quad (62)$$

$$Aporte\ AF = \sum(2.54\% - 2.2\%) \times 782.74 = 0.291\ lts \quad (63)$$

$$Aporte\ AG = \sum(2.27\% - 0.92\%) \times 950.35 = 1.350\ lts \quad (64)$$

Agua efectiva

$$Agua\ efectiva = Agua - aporte\ de\ agua \quad (65)$$

$$Agua\ efectiva = 205\ lts - (0.291 + 1.35) = 190.24\ lts \quad (66)$$

Proporción de diseño base: Se realizaron ajustes en las proporciones de los componentes de la mezcla para asegurar que se cumplieran las características deseadas del concreto.

$$Cemento = 367.12\ kg/m^3 \quad (67)$$

$$Agua\ efectiva = 190.24\ Lt/m^3 \quad (68)$$

$$Agregado\ fino\ húmedo = 782.74\ kg/m^3 \quad (69)$$

$$Agregado\ grueso\ húmedo = 950.35\ kg/m^3 \quad (70)$$

b) Resultados del diseño de mezcla del concreto.

El diseño de mezcla se basa en un concreto $f'c = 210\ kg/cm^2$ con TMN de 3/4" y asentamiento de 3 a 4 pulgadas, lo que indica una mezcla plástica adecuada. El volumen unitario de agua utilizado es de 205 litros/m³, con contenido de aire estimado en 2%. La relación agua/cemento (a/c) es de 0.56, lo que indica un equilibrio entre resistencia y trabajabilidad. El contenido de agregado grueso de la cantera Chuyabamba es de 0.603 m³, lo que equivale a 929.25 kg/m³, mientras que el factor de cemento es de 367.12 kg/m³ o aproximadamente 8.64 bolsas de cemento de 42.5 kg Inka Tipo I.

Tabla 12*Datos Base del Diseño de Mezcla*

Agregado fino	Conchán
Agregado grueso	Chuyabamba
TMN	3/4"
Asentamiento	3"-4"
Volumen unitario de agua (lt/m ³)	205
Contenido de aire (%)	2
Relación a/c	0.56
Contenido de agregado grueso (m ³)	0.603
Peso agregado grueso (kg/m ³)	929.25
Factor de cemento (kg/m ²)	367.12
Factor de cemento (bolsa/m ³)	8.64

La proporción base es de 1 parte de cemento, 2.13 partes de agregado fino (AF) y 2.59 partes de agregado grueso (AG) en peso, lo que se traduce en 2.31 partes de AF y 2.79 partes de AG en volumen. El agua utilizada es de 22.02 litros por bolsa de cemento en peso y 23.73 litros por bolsa en volumen. Esta relación asegura un diseño equilibrado donde la cantidad de agregado grueso es mayor, promoviendo una adecuada resistencia, mientras que la cantidad de agua es controlada para evitar excesos que puedan afectar la resistencia final.

Tabla 13*Proporción de Mezcla en Peso y Volumen de los Materiales para Elaborar 1 m³ de Concreto*

	Proporción en peso	Proporción en volumen
Agregado fino	Conchán	Conchán
Agregado grueso	Chuyabamba	Chuyabamba
Cemento	1	1
AF	2.13	2.31
AG	2.59	2.79
Agua (lt/bolsa)	22.02	23.73

De acuerdo a la proporción de mezcla en peso por tanda, por cada bolsa de cemento de 42.5 kg, se requiere 98.38 kg de agregado fino, 118.74 kg de agregado grueso y 22.02 kg de agua. Estos valores reflejan un control riguroso de los materiales para garantizar la uniformidad y calidad del concreto producido, manteniendo la relación agua/cemento adecuada.

Tabla 14

Proporción de Mezcla en Peso por Tanda de los Materiales para Elaborar 1 m³ de Concreto

	Conchán
Agregado fino	Conchán
Agregado grueso	Chuyabamba
Cemento (kg/bolsa)	42.5
AF (kg/bolsa)	98.38
AG (kg/bolsa)	118.74
Agua (kg/bolsa)	22.02

En obra, por cada bolsa de cemento (42.5 kg), se requieren aproximadamente 3.63 baldes de agregado fino, 4.4 baldes de agregado grueso y 1.22 baldes de agua. Este formato es útil para la aplicación directa en obra, facilitando el control y la dosificación de los materiales sin necesidad de equipos de pesaje sofisticados, lo que permite una ejecución más sencilla y práctica en el campo.

Tabla 15

Cantidades en Obra de los Materiales para Elaborar 1 m³ de Concreto

	Conchán
Agregado fino	Conchán
Agregado grueso	Chuyabamba
Cemento (bolsa)	1
AF (balde)	3.63
AG (balde)	4.4
Agua (balde)	1.22

3.6.1.5. Ensayo en estado fresco del concreto.

En el laboratorio de mecánica de materiales CIEXLIAN de Chota, se realizaron los ensayos al concreto fresco elaborado con piedra de Chuyabamba, arena de la cantera Conchán, cemento Inka tipo I y agua potable, de acuerdo a la NTP 339.046 (2019) contenido de aire, NTP 339.184 (2021) temperatura, NTP 339.046 (2019) peso unitario y NTP 339.035 (2020) asentamiento.

a) NTP 339.046 (2019) contenido de aire.

Aparatos: olla Washington.

Procedimiento:

- Se humedeció y secó el interior del depósito, logrando una apariencia opaca y húmeda.
- Se llenó el recipiente con concreto fresco en dos capas de igual profundidad.
- Cada capa fue compactada con 25 golpes de varilla uniformemente.
- La varilla se introdujo 1 pulgada por debajo de la superficie de la última capa.
- Se golpeó suavemente el borde del depósito entre 10 a 15 veces con un martillo para sellar las áreas de contacto y eliminar burbujas de aire.
- El exceso de concreto quedó ligeramente por encima del borde del recipiente (1/8" o 3 mm).
- Se niveló la superficie del concreto usando una barra de enrasar.
- Los bordes del depósito fueron limpiados para retirar cualquier residuo.
- Se ensamblaron los componentes del medidor tipo B (olla Washington).
- Se inyectó agua en el recipiente para eliminar burbujas de aire.
- Se bombeó aire hasta estabilizar el manómetro en la presión inicial.
- Se cerraron los grifos y se abrió la válvula para registrar el porcentaje de aire.
- Finalmente, se abrieron los grifos antes de retirar la cubierta del medidor.

b) NTP 339.184 (2021) temperatura.

Aparato: Termómetro ambiental, termómetro de inmersión.

Procedimiento:

- Se utilizó el termómetro ambiental para registrar la temperatura ambiental al momento de elaborar la mezcla de concreto.
- Se utilizó un termómetro de inmersión para medir la temperatura del concreto.
- El termómetro se colocó de manera que quedo rodeado por lo menos de tres pulgadas de mezcla en todas las direcciones.
- Se presionó la superficie de la mezcla cerca al termómetro.
- Se dejó el termómetro durante 2 min y cuando la temperatura se estabilizó, se anotaron las lecturas.
- Se tomó la temperatura en distintos puntos de la mezcla de concreto para asegurar que no existieran variaciones significativas.

c) NTP 339.046 (2019) peso unitario de la mezcla.

Aparatos: olla Washington.

Procedimiento:

- Se determinó el peso unitario del concreto mediante el ensayo de peso unitario, utilizando una muestra representativa de concreto fresco.
- Se pesó la muestra de concreto y se midió su volumen en un recipiente.
- Se pesó el molde que se usó y se determinó su volumen.
- Se colocó el concreto en el molde en 3 capas, cada una a un tercio de su altura total, moviendo la pala para asegurar una distribución uniforme.
- Después de 25 golpes en cada capa, se empleó un mazo de goma para golpear cada capa 15 veces con fuerza suficiente para eliminar las burbujas de aire.

- Cuando la tercera capa estuvo lista, se alisó el borde superior, asegurándose de que quede plano y completamente relleno.
- Se alisó y limpió las paredes del contenedor y se determinó su peso.
- Finalmente, se calculó el peso unitario dividiendo el peso de la muestra entre su volumen.

d) NTP 339.082 (2018) ensayo de tiempo de fraguado del concreto.

Aparatos: Equipo de penetración para medir el tiempo de fraguado (aparato de Vicat), recipientes cilíndricos o moldes para preparar las muestras, varilla metálica para compactar el concreto, balanza, cronómetro.

Procedimiento:

- Se prepararon las mezclas de concreto siguiendo la dosificación especificada y considerando las proporciones de adición de caucho granular (0%, 10%, 20%, 40% y 60% respecto al volumen de los agregados).
- El concreto recién preparado se colocó en moldes cilíndricos, llenándolos en tres capas. Cada capa fue compactada con 25 golpes de una varilla metálica para asegurar la eliminación de burbujas de aire.
- Una vez compactadas todas las capas, la superficie de cada muestra fue enrasada cuidadosamente y los moldes fueron cubiertos para evitar la pérdida de humedad.
- Las muestras se dejaron reposar bajo condiciones controladas de temperatura y humedad para evitar variaciones en los resultados.
- Se utilizó un aparato de penetración (aparato de Vicat) para medir el tiempo de fraguado. Las lecturas se realizaron a intervalos regulares de tiempo, comenzando desde el momento en que el agua fue añadida a la mezcla.

e) NTP 339.035 (2020) asentamiento del concreto – Slump.

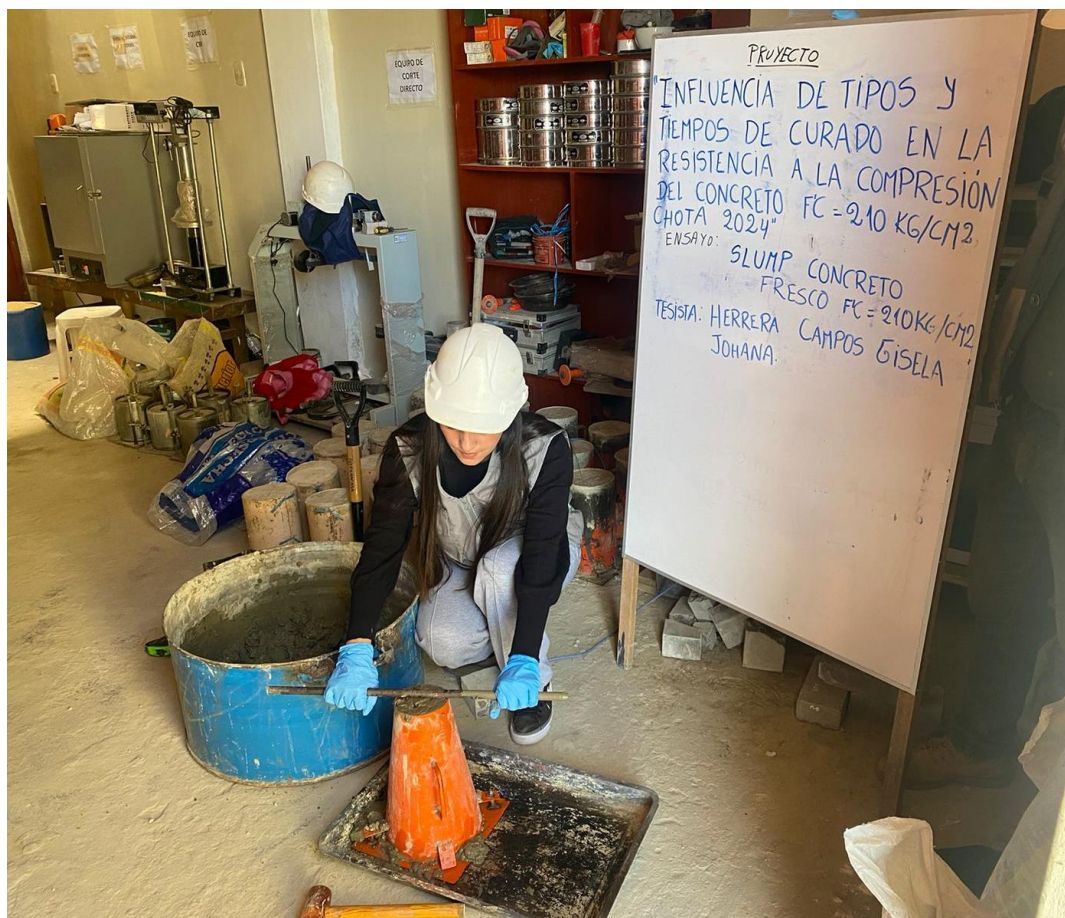
Aparatos: Molde (Cono de Abrams), barra compactadora.

Procedimiento

- Se tomó una muestra representativa del concreto fresco y se colocó en un recipiente de forma tronco-cónica conocido como cono de Abrams.
- Se utilizó una varilla para apisonar la muestra por capas.
- Una vez completado el llenado, se retiró el cono con movimientos verticales controlados, y se posicionó sobre una superficie plana.
- Se midió la diferencia de altura entre la parte superior del cono y el punto más alto del concreto asentado, lo cual se denominó asentamiento o slump.

Figura 18

Ensayos en Estado Fresco en el Concreto: Asentamiento



3.6.1.6. Propiedades del concreto en estado fresco.

El asentamiento promedio obtenido fue de 3.54 pulgadas (9.31 cm), dentro del rango especificado en el diseño de mezcla de 3 a 4 pulgadas, lo que indica una consistencia plástica adecuada para una mezcla de concreto; así mismo, los valores fluctuaron entre 3.3 y 3.8 pulgadas, reflejando estabilidad en la trabajabilidad de la mezcla. El coeficiente de variación (CV) fue de 0.05 (5%), lo que se encuentra por debajo del límite máximo del 7%, indicando baja variabilidad y un control de calidad aceptable en la uniformidad de la mezcla. Siendo así, todas las mezclas utilizadas en la producción de las probetas de concreto presentan condiciones similares de asentamiento (Slump) o trabajabilidad.

Tabla 16

Asentamiento de la Mezcla de Concreto $f'c$ 210 kg/cm² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba

Muestra	Slump (pulg)	Slump (cm)	Consistencia
M1-M10	3.5	8.89	Plástica
M10-M20	3.7	9.398	Plástica
M20-M30	3.8	9.652	Plástica
M30-M40	3.3	8.382	Plástica
M40-M50	3.7	9.398	Plástica
M50-M60	3.4	8.636	Plástica
M60-M70	3.6	9.144	Plástica
M70-M80	3.3	8.382	Plástica
Promedio	3.54	9.31	
Mínimo	3.30	8.89	
Máximo	3.80	9.65	
D.E.	0.19	0.49	
C.V.	0.05	0.05	

La temperatura promedio de la mezcla de concreto fue de 19.71°C, con variaciones entre 19.4°C y 20.3°C, lo que se mantiene cercano a la temperatura ambiente promedio de 18.43°C, esto indica un adecuado control térmico, ya que

la temperatura de la mezcla no tiene diferencias significativas respecto al entorno, lo que favorece el proceso de fraguado controlado. El coeficiente de variación (CV) fue de 0.02 (2%), indicando mínima variabilidad y un control adecuado de la temperatura, clave para la hidratación uniforme del cemento. Siendo así, todas las mezclas utilizadas en la producción de las probetas de concreto presentan condiciones similares de temperatura.

Tabla 17

Temperatura de la Mezcla de Concreto $f'c$ 210 kg/cm² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba

Muestra	Temperatura ambiental (°C)	Temperatura de la mezcla (°C)
M1-M10	18.5	19.5
M10-M20	18	19.5
M20-M30	18	19.4
M30-M40	18.5	19.5
M40-M50	19	20.3
M50-M60	18.5	20
M60-M70	18.2	19.8
M70-M80	18.7	19.7
Promedio	18.43	19.71
Mínimo	18.00	19.40
Máximo	19.00	20.30
D.E.	0.35	0.31
C.V.	0.02	0.02

El contenido de aire promedio fue de 2.53%, muy cercano al valor objetivo de 2% indicado en el diseño de mezcla; los resultados oscilaron entre 2.4% y 2.7%, lo que asegura una adecuada incorporación de aire para un concreto no aireado convencional, a pesar de que, estos porcentajes son ligeramente superiores al contenido de aire especificado en el diseño de mezcla (2%). El coeficiente de variación (CV) de 0.04 (4%) se encuentra dentro del límite del 7%, reflejando baja variabilidad y un adecuado control del proceso de mezclado, lo que contribuye a

asegurar la resistencia del concreto. Siendo así, todas las mezclas utilizadas en la producción de las probetas de concreto presentan condiciones similares de contenido de aire.

Tabla 18

Contenido de Aire (%) de la Mezcla de Concreto $f'c$ 210 kg/cm² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba

Muestra	Contenido de aire (%)
M1-M10	2.6
M10-M20	2.5
M20-M30	2.4
M30-M40	2.7
M40-M50	2.5
M50-M60	2.4
M60-M70	2.6
M70-M80	2.5
Promedio	2.53
Mínimo	2.40
Máximo	2.70
D.E.	0.10
C.V.	0.04

El peso unitario promedio del concreto obtenido fue de 2425.13 kg/m³, lo que está dentro del rango esperado para un concreto normal (2400 kg/m³ ± 100 kg/m³). Los valores oscilaron entre 2406 kg/m³ y 2440 kg/m³, indicando una densidad estable y concreto de peso convencional o normal. El coeficiente de variación (CV) fue de 0.005 (0.5%), evidenciando mínima variabilidad y alta consistencia en la composición de la mezcla, lo que indica una distribución uniforme de los materiales y una buena dosificación de los componentes. Siendo así, todas las mezclas utilizadas en la producción de las probetas de concreto presentan condiciones similares de peso unitario en estado fresco.

Tabla 19

Peso Unitario (kg/m³) de la Mezcla de Concreto f'c 210 kg/cm² Elaborada con Arena de Conchán y Piedra Chancada de Chuyabamba

Muestra	Peso unitario (Kg/m ³)
M1-M10	2424
M10-M20	2434
M20-M30	2434
M30-M40	2418
M40-M50	2406
M50-M60	2431
M60-M70	2440
M70-M80	2414
Promedio	2425.13
Mínimo	2406.00
Máximo	2440.00
D.E.	11.68
C.V.	0.005

Los resultados de las propiedades del concreto en estado fresco reflejan un control de calidad adecuado y cumplimiento con los requisitos establecidos en el diseño de mezcla. El asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario se mantuvieron dentro de los rangos especificados en el diseño de mezclas de consistencia plástica (slump de 3" a 4"), contenido de aire de 2% y peso unitario normal ($2400 \text{ kg/m}^3 \pm 100 \text{ kg/m}^3$), con baja variabilidad en todos los casos (C.V. < 7%), lo que indica uniformidad en la mezcla y un proceso controlado, garantizando una buena trabajabilidad y un adecuado comportamiento de la mezcla de concreto. Por tanto, todas las mezclas utilizadas en la producción de las probetas de concreto presentan condiciones similares de asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario en estado fresco, es decir, las propiedades en estado fresco del concreto han sido controladas y no causan variabilidad en los resultados, siendo así variarán solo por el proceso de curado.

3.6.1.7.Preparación de las muestras.

En el laboratorio CIEXLIAN de la ciudad de Chota, utilizando cemento Inka Tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba (piedra ¾”) y agua potable en las proporciones de obra determinadas de acuerdo al diseño de mezclas $f'c$ 210 kg/cm², se elaboraron las 80 probetas cilíndricas de concreto siguiendo la NTP 339.183 (INACAL, 2021).

Aparatos: Moldes, varillas de compactación, martillo de goma, vibradores, herramientas pequeñas, cono de Abrams, recipiente de muestreo y mezclado, balanzas, mezcladora de concreto.

Materiales: Cemento Inka Tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba (piedra ¾”), agua potable.

Procedimiento

- Se recolectaron los materiales necesarios.
- Se preparó la mezcla de concreto siguiendo la proporción requerida de cemento, arena, grava y agua en obra. La mezcla fue homogeneizada completamente hasta obtener una consistencia uniforme.
- Se aseguraron que los moldes cilíndricos estuvieran limpios y libres de defectos. Se aplicó una capa de aceite o agente desmoldante en el interior de los moldes para facilitar la extracción posterior de los especímenes.
- Se vertió la mezcla de concreto en los moldes, llenándolos aproximadamente hasta 2/3 de su capacidad. Posteriormente, se golpearon suavemente los moldes para eliminar posibles burbujas de aire atrapadas.
- Se utilizó un vibrador para compactar la mezcla dentro de los moldes, asegurando que el concreto se distribuyera de manera uniforme y llenara todos los espacios. El proceso de vibrado se realizó durante 10-15 segundos.

- Se completó el llenado de los moldes hasta el borde superior y se niveló la superficie utilizando una regla para obtener una terminación plana y uniforme. Se limpió el exceso de concreto alrededor de los moldes.
- Los especímenes de concreto se dejaron fraguar y endurecer durante el tiempo recomendado por las normas y especificaciones de diseño (1 día). No obstante, también se verificó el tiempo de curado inicial.
- Se desmoldaron cuidadosamente los cilindros de concreto, utilizando herramientas adecuadas para evitar cualquier alteración en los especímenes.
- Se midieron y registraron las dimensiones y masa de cada cilindro de concreto.
- Finalmente, los cilindros de concreto se almacenaron y luego pasaron por el proceso de curado conforme al tipo y tiempo especificado en la investigación, antes de ser sometidos a las pruebas de resistencia.

Figura 19

Elaboración de los Especímenes de Concreto



3.6.1.8. Curado externo de las muestras.

El presente estudio toma como referencia los lineamientos de la norma ASTM C1034 / NTP 339.213 (2019), la cual establece los procedimientos estándar para la evaluación del curado del concreto en laboratorio. Esta norma especifica las condiciones necesarias para mantener la humedad y temperatura adecuadas durante el proceso de curado, permitiendo así una adecuada hidratación del cemento. Su incorporación permite validar técnicamente la elección de los métodos de curado aplicados en esta investigación, y respalda los criterios de comparación técnica entre ellos con base en los parámetros de desempeño definidos por la normativa internacional.

En el laboratorio CIEXLIAN se adecuaron ambientes para la realización del curado externo de las probetas cilíndricas de concreto, esto implicó el curado por inmersión continua en agua realizado de acuerdo a la NTP 339.183 (2021), siendo así, se colocaron las probetas en tanques de almacenamiento de agua, y se controló la temperatura del agua potable utilizada periódicamente, con el fin de que, fuese la temperatura ambiental de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; para el proceso de curado por aspersión de agua (tipo obra), se utilizó una manguera conectada al suministro de agua potable y se regó las probetas tres (3) veces al día, en horarios de 7 am a 9 am, 12 pm a 2 pm y de 5 pm a 7 pm de la noche; para el proceso de curado con mantas o frazadas se cubrieron totalmente las probetas de concreto con frazadas mojadas y se le colocaba agua en baldes una vez al inicio del día para que las frazadas mantuvieran la humedad; finalmente para el proceso de control, expuesto al medio ambiente (en seco) no se le puede denominar curado, debido a que, el proceso consiste en dejar a las probetas expuestas a las condiciones climáticas locales, sin ningún tipo de curado, sin colocarle agua. En todos los procesos de

curado las muestras fueron conservadas por el tiempo de endurecimiento de 3, 7, 14, 28 y 56 días antes de proceder a los ensayos de resistencia a compresión.

a) NTP 339.183 (2021) curado por inmersión continua en agua.

Equipos, materiales e instrumentos:

- Probetas cilíndricas de concreto.
- Tanque de almacenamiento de agua con capacidad adecuada para sumergir completamente las probetas.
- Agua potable a temperatura ambiente de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- Termómetro para monitorear la temperatura del agua.
- Cronómetro o registro de tiempo.
- Guantes y herramientas para manipulación de las probetas (pinzas o soportes).
- Etiquetas o marcadores para identificar las probetas.

Procedimiento:

- Después de la elaboración de las probetas de concreto, estas fueron preparadas para ser sometidas al curado.
- Se llenó un tanque con agua potable a temperatura ambiente de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, asegurando que la cantidad de agua fuera suficiente para cubrir completamente las probetas.
- Las probetas fueron sumergidas completamente en el tanque de agua, garantizando que estuvieran cubiertas en su totalidad para mantener un entorno de curado húmedo constante.
- El agua del tanque fue cambiada regularmente para mantenerla limpia y libre de contaminantes, evitando la acumulación de residuos que pudieran afectar el proceso de hidratación.

- Las probetas permanecieron sumergidas en el agua durante diferentes períodos de tiempo: 3, 7, 14, 28 y 56 días, de acuerdo con los tiempos establecidos para evaluar la evolución de la resistencia a compresión del concreto.
- Se monitoreó periódicamente la temperatura del agua y las condiciones del curado para garantizar un entorno óptimo de hidratación, manteniendo la temperatura del agua constante y dentro de los rangos normativos.
- Una vez cumplido el período de curado especificado, las probetas fueron retiradas cuidadosamente del tanque y se secaron superficialmente antes de proceder con los ensayos de resistencia a compresión.

Figura 20

Proceso de Curado de las Probetas por Inmersión Continua en Agua



b) Curado por aspersión.

Equipos, materiales e instrumentos:

- Probetas cilíndricas de concreto etiquetadas.
- Manguera con boquilla de aspersión.
- Suministro de agua potable.
- Termómetro para monitorear la temperatura del agua.
- Cronómetro o registro de tiempo.

Procedimiento:

- Después de moldear las probetas, estas fueron colocadas sobre una superficie plana y seca, evitando el contacto con materiales contaminantes.
- Se instaló un sistema de aspersión con una manguera conectada al suministro de agua potable, para dispersar el agua de manera uniforme.
- Se aplicó agua mediante aspersión de forma constante y uniforme sobre las probetas, asegurando que toda la superficie estuviera completamente cubierta.
- El agua utilizada fue potable y a temperatura ambiente, controlándose periódicamente para mantenerse dentro del rango recomendado de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ según la NTP 339.183 (2021).
- El riego de las probetas se realizó tres veces al día, en el horario de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm, garantizando una hidratación continua y constante.
- El proceso de curado por aspersión se mantuvo durante los períodos especificados en la investigación: 3, 7, 14, 28 y 56 días, permitiendo que las probetas se conservaran adecuadamente durante su proceso de endurecimiento.

Figura 21

Proceso de Curado de las Probetas por Aspersión con Agua



c) Curado cubierto con mantos o frazadas.

Equipos, materiales e instrumentos:

- Probetas cilíndricas de concreto etiquetadas.
- Mantos o frazadas de hilo.
- Suministro de agua potable.
- Recipiente grande para humedecer las mantas.
- Cronómetro o registro de tiempo.
- Guantes y herramientas de manipulación de las probetas.

Procedimiento:

- Después de moldear las probetas de concreto, estas fueron colocadas sobre una superficie plana y limpia, listas para iniciar el proceso de curado.
- Las frazadas de hilo fueron completamente humedecidas con agua potable en un recipiente grande, asegurando que estuvieran saturadas antes de envolver las probetas.

- Cada probeta fue envuelta individualmente con las frazadas húmedas, asegurando una cobertura total de la superficie del concreto para evitar la evaporación del agua.
- Se supervisaron regularmente las frazadas para asegurarse de que permanecieran húmedas durante todo el proceso de curado. Cuando se detectó que estaban comenzando a secarse, se les añadió agua adicional con un balde.
- Las probetas fueron conservadas bajo este método durante los períodos de 3, 7, 14, 28 y 56 días, conforme a lo establecido en la investigación y en la norma NTP 339.183 (2021).

Figura 22

Proceso de Curado de las Probetas Cubierto con Frazadas



d) Sin curado expuesto al medio ambiente.

Equipos, materiales e instrumentos:

- Probetas cilíndricas de concreto etiquetadas.
- Superficie plana y estable al aire libre.
- Termómetro ambiental para control de temperatura.
- Cronómetro o registro de tiempo.

Procedimiento:

- Después de moldear las probetas de concreto, estas fueron colocadas sobre una superficie plana al aire libre, sin aplicar ningún tipo de cobertura.
- Las probetas se mantuvieron expuestas directamente a las condiciones ambientales locales, sin intervención de métodos de curado activo.
- Se monitorearon periódicamente las condiciones climáticas, como la temperatura utilizando un termómetro ambiental para documentar posibles variaciones ambientales que pudieran influir en el proceso de endurecimiento del concreto, pero además se obtuvieron los datos de humedad, precipitación y temperatura de la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi, 2025) correspondiente a la Estación Meteorológica Chota, ubicado en la latitud $6^{\circ}33'14.58''$ S y la longitud $78^{\circ}40'33.15''$ W, a 2261 msnm.
- Las probetas se conservaron expuestas al medio ambiente durante los períodos especificados en la investigación: 3, 7, 14, 28 y 56 días, con el fin de analizar los efectos de la falta de curado activo en la resistencia a compresión del concreto.

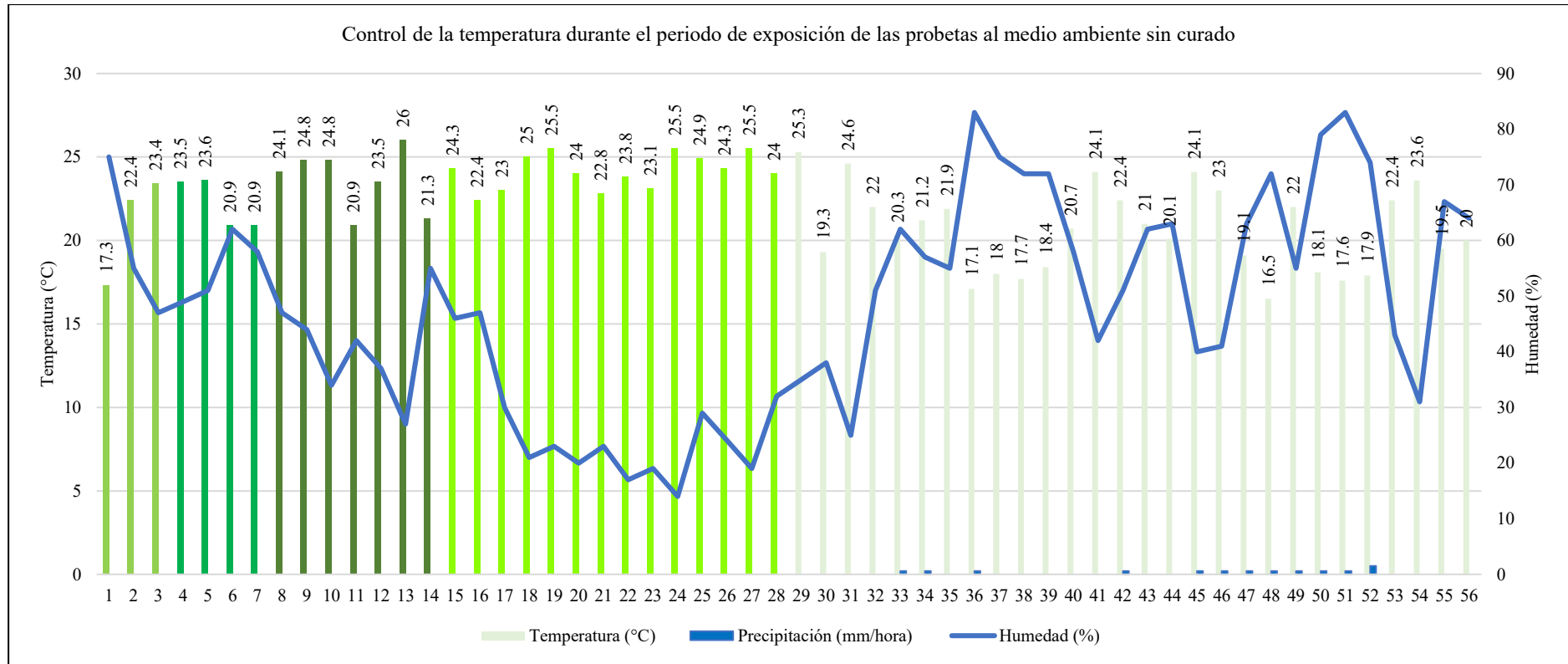
Figura 23

Sin Curado las Probetas son Expuestas al Medio Ambiente



Figura 24

Temperatura, Humedad y Precipitación Registrada en la Ciudad de Chota Durante el Periodo de Curado de 56 Días



Nota: En anexos se presentan los valores de temperatura, humedad y precipitación en Chota de acuerdo a las fechas del proceso de curado, fuente (Senamhi, 2025).

3.6.1.9. Control visual de la fisuración de las probetas de concreto.

El control visual de fisuración de las probetas de concreto se llevó a cabo en las probetas sometidas a curado por aspersión o tipo obra, curado por inmersión continua en agua, exposición al medio ambiente sin curado y curado con mantos húmedos (frezadas) en tiempos de endurecimiento de 3, 7, 14, 28 y 56 días. El proceso consistió en.

a) Retiro de probetas del proceso de curado.

Cada probeta fue retirada cuidadosamente de su entorno de curado correspondiente (aspersión, inmersión, mantos húmedos o exposición al medio ambiente) una vez alcanzados los tiempos de 3, 7, 14, 28 y 56 días.

b) Registro de dimensiones.

Se midieron y registraron las dimensiones físicas de cada probeta, específicamente su altura y diámetro, con el propósito de calcular las áreas superficial y lateral, necesarias para la evaluación del porcentaje de fisuración.

$$Al = 2\pi rh \quad (71)$$

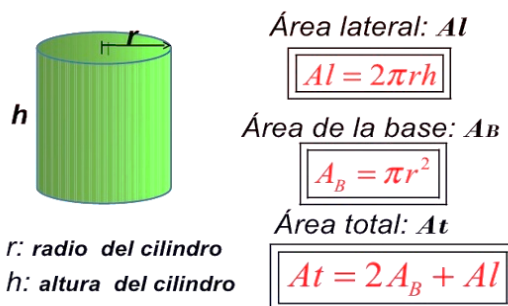
$$AB = \pi r^2 \quad (72)$$

$$At = 2AB + Al \quad (73)$$

Donde, Al área lateral, AB área de la base, At área total.

Figura 25

Área Lateral y en la Base de una Probeta de Concreto



Nota: Obtenido del formato de ensayo proporcionado por el laboratorio CIEXLIAN.

c) Inspección visual.

Se realizó una inspección minuciosa de la superficie de cada probeta para identificar la presencia de fisuras. Se evaluaron tres zonas:

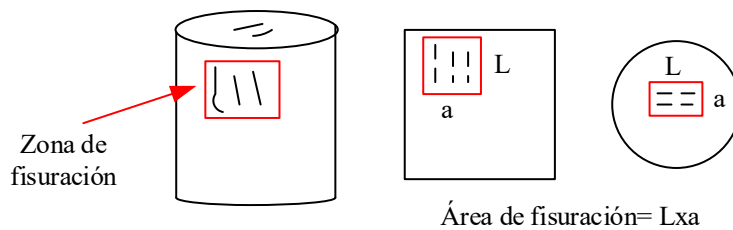
- Área lateral (superficie cilíndrica).
- Área superior (cara expuesta durante el fraguado).
- Área inferior (superficie en contacto con el molde).

d) Registro de fisuras .

En las probetas donde se identificaron fisuras (pequeñas grietas visibles en la superficie), se procedió a medir el área afectada por fisuración con un calibrador y se registró la ubicación exacta de las fisuras, diferenciando entre fisuración superficial y fisuración lateral.

Figura 26

Ejemplo del Registro del Área de Fisuración en una Probeta de Concreto



Nota: Obtenido del formato de ensayo proporcionado por el laboratorio CIEXLIAN.

e) Cálculo del porcentaje de fisuración.

El porcentaje de área afectada por fisuras se determinó con las siguientes ecuaciones:

$$A_{Ft} = A_{lF} + A_{BF inferior} + A_{BF superior} \quad (74)$$

$$\% \text{ fisuras} = \frac{A_{Ft}}{A_t} \times 100\% \quad (75)$$

Donde, A_{Ft} área total de fisuras, A_{lF} área lateral con fisuras, $A_{BF inferior}$ y $A_{BF superior}$, área de la base inferior y superior que presenta figuras.

3.6.1.10. Ensayos de resistencia a compresión.

Una vez que las muestras han pasado por el curado externo y los diferentes tiempos de endurecimiento, se ha realizado el ensayo de rotura a compresión de acuerdo a la NTP 339.034 (2021) en el laboratorio CIEXLIAN de Chota. Esto implicó someter las muestras de concreto a una carga de compresión hasta que ocurra la falla, midiendo la fuerza máxima que soportan y repitiendo el ensayo de acuerdo al número de probetas a los 3, 7, 14, 28 y 56 días.

Aparatos: Máquina de ensayo a compresión, probetas.

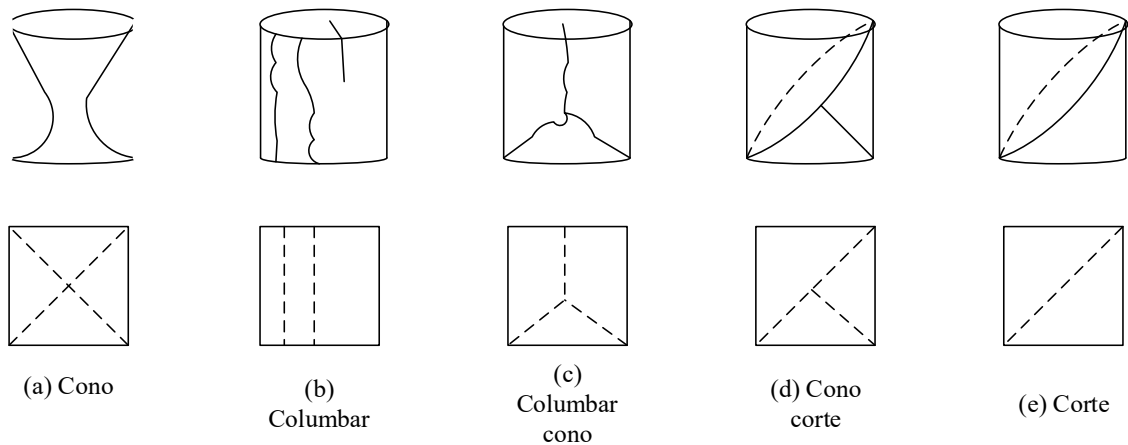
Procedimiento:

- Se seleccionaron las probetas de concreto previamente curadas durante los períodos de 3, 7, 14, 28 y 56 días. Las probetas fueron retiradas de los tanques de curado o del entorno correspondiente de acuerdo al tipo de curado al que han sido sometidas, y se secaron superficialmente con un paño limpio para eliminar cualquier exceso de humedad.
- Se midieron las dimensiones de cada probeta (diámetro y altura) utilizando un vernier o cinta métrica para asegurar la uniformidad y precisión del ensayo. Las dimensiones fueron registradas en la bitácora correspondiente.
- Cada probeta fue colocada centradamente en la base de la máquina de compresión, asegurando un contacto uniforme entre la superficie de carga y la base de la probeta.
- Se aplicó la carga de compresión de forma uniforme y gradual mediante la máquina de compresión, aumentando la fuerza de manera controlada sin impactos bruscos hasta la falla de la probeta.
- Se registró la carga máxima aplicada al momento de la fractura de la probeta, indicada automáticamente en el panel de la máquina de compresión.

- Se inspeccionaron visualmente las probetas fracturadas para identificar el modo de falla (fractura cónica, cizallamiento o combinación).

Figura 27

Tipos de Fallas Registradas en el Proceso de Rotura a Compresión de Probetas de Concreto



Nota: Obtenido del formato de ensayo a compresión del laboratorio CIEXLIAN, mismo que se ha elaborado acorde a la NTP 339.034 (2021).

Figura 28

Realización del Ensayo de Resistencia a Compresión



Figura 29

Datos Registrados por la Máquina de Ensayo a Compresión



3.6.2. *Procesamiento de datos*

El procesamiento de los datos obtenidos durante el estudio experimental se llevó a cabo utilizando el programa Microsoft Excel 2023, aplicando técnicas de organización, limpieza y análisis estadístico. Se calcularon estadígrafos descriptivos, como la media aritmética, valor mínimo, valor máximo, desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV). Además, los resultados fueron visualizados y representados mediante tablas y gráficos, facilitando la interpretación de los patrones y tendencias observados.

Recopilación de datos: Se recopilaron datos sobre la resistencia a compresión del concreto en diferentes condiciones de curado externo (por ejemplo, tiempo de curado, tipo de curado externo).

Organización de datos: Los datos recopilados se organizaron en una hoja de cálculo, donde cada muestra de concreto se registró con su respectiva resistencia a compresión y las variables de curado externo asociadas.

Limpieza de datos: Se verificó que no existieran datos atípicos o anomalías, la corrección de errores tipográficos y la estandarización de formatos de datos.

Análisis de estadígrafos: Se aplicaron diversas técnicas de la estadística descriptiva para analizar los datos y determinar cualquier relación entre la resistencia a compresión del concreto y los tipos y tiempos de curado externo. Esto incluyó el cálculo de medias, mínimos, máximos, desviaciones estándar y coeficientes de variación.

Visualización de datos: Se utilizaron gráficos y tablas para visualizar los resultados y patrones encontrados en el análisis estadístico. Esto incluyó gráficos de barra, gráficos lineales de dispersión, entre otros.

3.6.3. *Análisis de datos*

El análisis de datos en esta investigación implicó recopilar, organizar, describir y analizar los datos para determinar la influencia de los tipos y tiempos de curado externo en la resistencia a compresión del concreto. El análisis incluyó análisis descriptivos, pruebas de hipótesis y análisis de correlación.

Análisis descriptivo: Se realizó un análisis descriptivo de los datos para conocer su distribución, características centrales y dispersión; se calculó la media, mediana, desviación estándar, y coeficiente de variación, para asegurar que esta no supere el rango permitido en la NTP 339.034 (2021).

Tabla 20

Precisión del Ensayo a Compresión de Acuerdo al CV

Probetas de 150 x 300 mm	CV	Para 2 probetas	Para 3 probetas
Condiciones de laboratorio	2.4%	6.6%	7.8%

Nota: NTP 339.034 (2021).

Prueba de hipótesis: Se plantearon hipótesis (H1 hipótesis alternativa, Ho hipótesis nula) sobre la influencia de los tipos y tiempos de curado externo en la resistencia a compresión del concreto. Para ello, previamente se verificó la tendencia normal de los datos, por lo que, se aplicó la prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA), t-student de dos muestras, y t-student de una muestra.

Análisis de correlación: Se realizó también un análisis de correlación para evaluar la relación entre tiempo de curado y resistencia a compresión.

A partir de los resultados del análisis descriptivo y el análisis estadístico inferencial se realizaron inferencias para plantear conclusiones generales acerca de la influencia de los tiempos y tipos de curado en la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la ciudad de Chota.

3.7. Aspectos éticos

Según Prager et al. (2019) al realizar una investigación se deben considerar aspectos éticos como el respeto a los participantes, diseño de la muestra, el control de variables, los métodos de medición y análisis, y la publicación de resultados; mismos que se han tenido en cuenta en la presente investigación de acuerdo a:

Diseño de la muestra: Se seleccionaron las probetas de concreto de forma aleatoria y representativa de acuerdo con la NTP 339.034 (2021) que especifica un mínimo de tres (3) probetas por dosificación, pero en este caso se elaboraron cuatro (4) probetas. Este procedimiento evitó sesgos de selección que pudieran comprometer la objetividad de los resultados.

Control de variables: Para garantizar la validez interna del estudio, se controlaron todas las variables que pudieran influir en la resistencia a compresión del concreto. Se estandarizó la dosificación de la mezcla, el tipo de cemento Inka Tipo I, los agregados utilizados, así como las condiciones de curado (aspersión,

inmersión, mantos húmedos y exposición al medio ambiente); además, se monitorearon factores ambientales como la temperatura del agua durante el curado y la frecuencia de humectación.

Métodos de medición y análisis: Se utilizaron métodos normalizados y validados para medir la resistencia a compresión, siguiendo procedimientos establecidos en la NTP 339.034 (2021). Las pruebas se realizaron con una máquina de compresión calibrada y en un entorno controlado en el laboratorio CIEXLIAN de Chota.

Publicación y difusión de resultados: Los resultados obtenidos fueron reportados de manera clara, precisa y objetiva, evitando la manipulación o falsificación de datos.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Características del proceso de hidratación y endurecimiento del concreto

4.1.1.1. Proceso de hidratación del concreto.

El proceso de hidratación del concreto consiste en la reacción química entre el cemento y el agua, lo que resulta en la formación de productos de hidratación que permiten la ganancia de resistencia y rigidez del material con el tiempo. Para la mezcla de concreto elaborada con cemento Portland Inka tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba y agua potable, se ha verificado visualmente con el uso de un cronometro, el periodo de disolución inicial (periodo de mezcla), el periodo de fraguado inicial o inducción (2 horas), el periodo de fraguado final o de aceleración (8 horas) y el periodo de desaceleración (8 a 24 horas) hasta que se desmoldaron las probetas de concreto para ser sometidas al proceso de curado.

Tabla 21

Fases del Proceso de Hidratación del Concreto

Fase del proceso	Duración	Características
Periodo de disolución inicial	0-15 min	El cemento comienza a disolverse en agua, liberando calor (reacción exotérmica inicial).
Periodo de fraguado inicial o de inducción	15 min – 2 horas	Reacción ralentizada, formación de una capa gelatinosa alrededor de las partículas de cemento.
Periodo de fraguado final o de aceleración	2-8 horas	La capa protectora se rompe, comienza la formación del gel y cristales de hidróxido de calcio.
Periodo de desaceleración	8-24 horas	La velocidad de reacción disminuye, el concreto sigue endureciendo, pero a un ritmo más lento.
Periodo de maduración (todo el tiempo de curado)	Días a meses	El proceso de hidratación continúa lentamente con el tiempo, aumentando gradualmente la resistencia mecánica.

El tiempo de fraguado (proceso de hidratación) no se ve afectado por los diferentes tipos y tiempos de curado debido a que, el proceso de fraguado inicial en el que, la aguja de Vicat ya no puede penetrar a más de 25 mm en la pasta de cemento se da como máximo en la primera hora después de colocada la mezcla de concreto en las probetas, y el fraguado final ocurre entre las 6 a 8 horas después de este fraguado inicial, cuando la aguja Vicat apenas deja una marca superficial en la muestra y ya no penetra la pasta de cemento; pero, las probetas de concreto suelen desmoldarse a las 24 horas después de su elaboración y recién a partir de este momento, las probetas son trasladadas a condiciones de curado controlado para evitar la pérdida de humedad y asegurar el desarrollo de la resistencia. La mezcla de concreto elaborada con cemento Portland Inka tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba y agua potable, en Chota presentó un tiempo de fraguado promedio de 52.04 minutos.

Tabla 22

Tiempo de Fraguado Inicial (Minutos) del Concreto Sometido a Diferentes

Tiempos y Tipos de Curado

Tipo de curado	Tiempo de fraguado inicial (minutos)					Promedio
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	
Inmersión continua en agua	54.25	56.25	50.50	51.75	51.75	52.90
Recubrimiento húmedo con frazadas	52.00	54.25	50.75	51.25	47.75	51.20
Curado por aspersión (tipo obra)	53.50	53.00	50.00	53.75	49.25	51.90
Sin curado (expuesto al medio ambiente)	51.00	53.50	52.25	53.75	50.25	52.15
Promedio	52.69	54.25	50.88	52.63	49.75	52.04
Máximo	54.25	56.25	52.25	53.75	51.75	52.90
Mínimo	51.00	53.00	50.00	51.25	47.75	51.20
D.E.	1.46	1.43	0.97	1.31	1.68	0.70
C.V.	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01

4.1.1.2. Endurecimiento del concreto.

El concreto endurecido presentó tendencias significativas de fisuración de acuerdo al tipo y tiempo de curado, los métodos de curado con mayor retención de humedad (inmersión continua y mantos húmedos) resultaron más efectivos para prevenir la fisuración del concreto a lo largo del tiempo, mientras que la exposición al medio ambiente sin curado mostró fisuración severa desde las primeras edades. El curado por aspersión, aunque moderadamente efectivo a corto plazo, evidenció deficiencias a largo plazo, reflejando la importancia de mantener una hidratación constante durante todo el proceso de endurecimiento del concreto.

Siendo así, el curado por inmersión continua en agua demostró ser el más efectivo para prevenir fisuración, con valores prácticamente nulos al final del proceso, el curado con mantos húmedos controló adecuadamente la fisuración, aunque con valores levemente superiores, especialmente en periodos más largos. El curado por aspersión presentó un control menos efectivo de la fisuración, con un incremento notable a largo plazo (56 días). Mientras que, la ausencia de curado (exposición al medio ambiente) mostró la mayor incidencia de fisuras, reflejando una deficiente hidratación y mayor vulnerabilidad a la retracción plástica.

Tabla 23

Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto de Acuerdo al Tipo y Tiempo de Curado

Tipo de curado	Porcentaje de fisuración				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Inmersión continua en agua	0.09%	0.08%	0.09%	0.10%	0.02%
Recubrimiento húmedo (usando frazadas)	0.34%	0.20%	0.11%	0.20%	0.14%
Curado por aspersión (tipo obra)	1.50%	1.47%	0.50%	0.99%	2.44%
Sin curado (expuesto al medio ambiente)	13.58%	13.39%	12.28%	14.70%	12.80%

Figura 30

Promedio del Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto de Acuerdo al Tipo de Curado

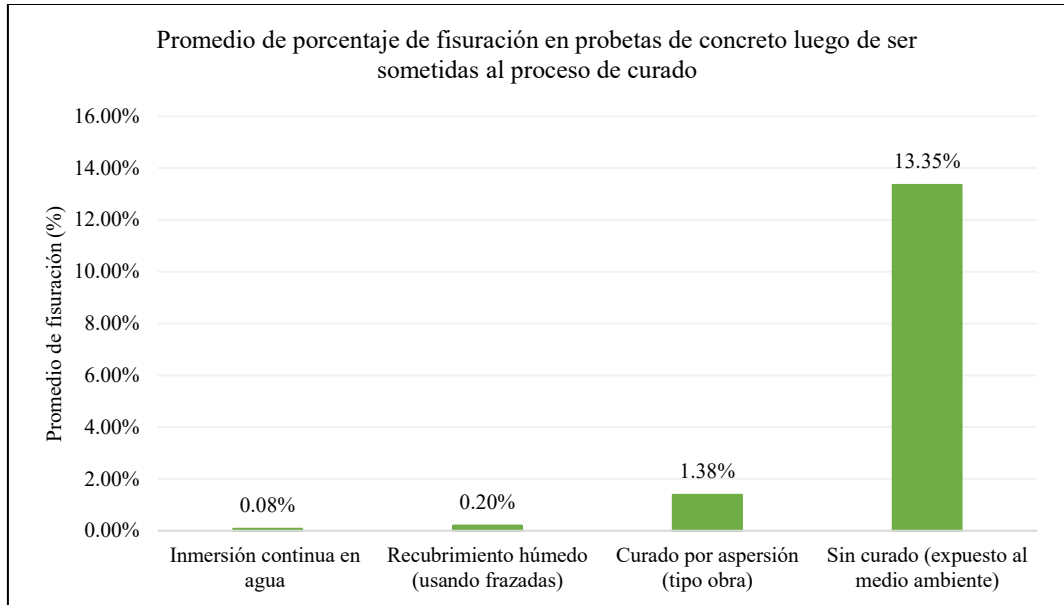
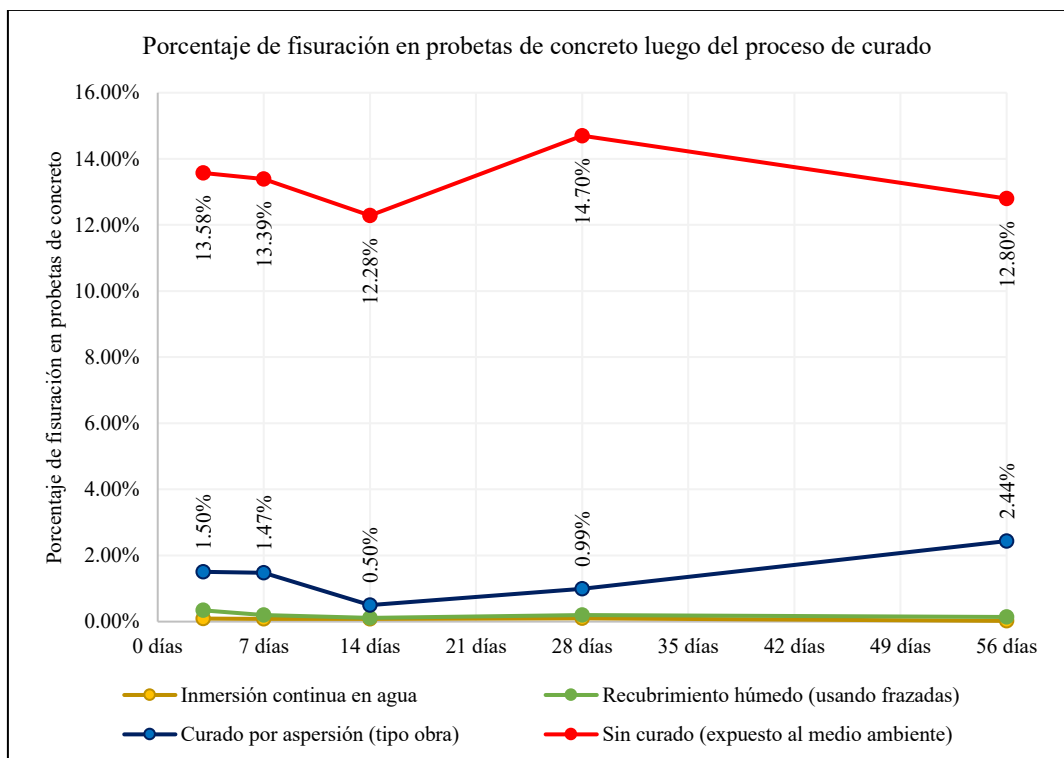


Figura 31

Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto de Acuerdo al Tipo y Tiempo de Curado



a) Curado por inmersión continua en agua.

Este método presenta los menores porcentajes de fisuración a lo largo de todo el proceso de endurecimiento. Los valores van desde 0.09% a los 3 días hasta 0.02% a los 56 días, evidenciando un control óptimo de la hidratación y la retención de humedad, lo que minimiza la aparición de fisuras. El valor más bajo (0.02%) al día 56 indica una correcta hidratación que favoreció la resistencia interna del concreto. El rango de fisuración varió entre un máximo de 0.36% (28 días) y un mínimo de 0.00% (en varias edades). Esto se debe a la efectividad de la inmersión total, que asegura una hidratación constante sin pérdida de humedad, lo que minimiza las fisuras por retracción plástica o térmica, no obstante, este proceso no puede ser replicado en obra, donde las estructuras tienen dimensiones mayores que las de una probeta de concreto.

Tabla 24

Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sometidas a Curado por Inmersión Continua en Agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Porcentaje de fisuración (%)				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Promedio	0.09%	0.08%	0.09%	0.10%	0.02%
Máximo	0.30%	0.32%	0.34%	0.36%	0.04%
Mínimo	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
D.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.V.	1.54	2.00	1.92	1.74	0.57

b) Curado por recubrimiento húmedo (frazadas mojadas).

El curado con mantos húmedos mostró fisuración ligeramente superior al curado por inmersión continua, aunque aún controlada. A los 3 días presentó un 0.34% de fisuración, reduciéndose al 0.11% al día 14, pero aumentando levemente al 0.20% en el día 28 y 0.14% al día 56, con un máximo de 0.59% y un mínimo

de 0.00%. El coeficiente de variación fue mayor en comparación con la inmersión (0.81 a 1.86), lo que indica mayor dispersión en los resultados. La variación puede explicarse por la posible evaporación gradual del agua en las frezadas, especialmente en periodos prolongados, reduciendo la hidratación continua y favoreciendo la formación de microfisuras en algunos casos.

Tabla 25

Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sometidas a Curado por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)

Probeta	Porcentaje de fisuración (%)				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Promedio	0.34%	0.20%	0.11%	0.20%	0.14%
Máximo	0.59%	0.60%	0.24%	0.56%	0.55%
Mínimo	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
D.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.V.	0.81	1.44	0.91	1.27	1.86

c) Curado por aspersión (tipo obra).

El curado por aspersión presentó valores de fisuración superiores en comparación con los métodos anteriores. A los 3 días alcanzó un 1.50% de fisuración, mostrando una reducción hasta 0.50% al día 14, sin embargo, al día 56 aumentó significativamente al 2.44%. Se observaron valores máximos de hasta 3.80% y mínimos de 0.10%, reflejando una variabilidad considerable. El coeficiente de variación (C.V.) osciló entre 0.23 y 0.82, evidenciando menor control en la hidratación uniforme, especialmente en edades avanzadas. Este comportamiento sugiere que el riego intermitente no fue suficiente para mantener una hidratación uniforme durante los periodos prolongados, lo que pudo haber favorecido la aparición de microfisuras.

Tabla 26

Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sometidas a Curado por Aspersión con Agua (Tipo Obra)

Probeta	Porcentaje de fisuración (%)				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Promedio	1.50%	1.47%	0.50%	0.99%	2.44%
Máximo	2.20%	3.10%	0.80%	1.30%	3.80%
Mínimo	0.80%	0.20%	0.10%	0.75%	0.80%
D.E.	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
C.V.	0.47	0.82	0.71	0.23	0.65

d) Sin curado (expuesto al medio ambiente).

El método sin curado mostró los porcentajes de fisuración más elevados durante todo el proceso. A los 3 días, la fisuración alcanzó el 13.58%, manteniéndose por encima del 12% en todos los intervalos evaluados, con un pico del 14.70% a los 28 días. El rango máximo alcanzó 18.80% y el mínimo fue 9.43%, con un coeficiente de variación entre 0.23 y 0.29. Estos resultados reflejan la pérdida rápida de humedad al estar expuestas directamente a condiciones ambientales sin ninguna protección, lo que provocó retracción plástica y fisuración temprana.

Tabla 27

Porcentaje de Fisuración en las Probetas de Concreto Sin Curado Expuestas al Medio Ambiente (en Seco)

Probeta	Porcentaje de fisuración (%)				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Promedio	13.58%	13.39%	12.28%	14.70%	12.80%
Máximo	18.80%	18.50%	16.70%	18.40%	16.90%
Mínimo	9.43%	10.61%	10.36%	10.66%	10.24%
D.E.	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03
C.V.	0.29	0.26	0.24	0.29	0.23

4.1.2. Resistencia a compresión del concreto sometido a diferentes tiempos y tipos de curado

Los resultados de resistencia a compresión de las probetas de concreto en función del tipo y tiempo de curado reflejan claramente cómo la retención de humedad y las condiciones de conservación influyen directamente en el desarrollo de la resistencia del concreto durante su proceso de endurecimiento. El curado por inmersión continua en agua fue el más eficaz al proporcionar la mayor resistencia y consistencia, mientras que la ausencia de curado resultó en una resistencia significativamente reducida. El recubrimiento húmedo y el curado por aspersión también mostraron resultados aceptables, aunque con menor eficacia comparados con la inmersión. Por tanto, es importante mantener un control adecuado de la humedad durante el proceso de curado para garantizar la calidad del concreto.

El curado por inmersión continua presentó los valores más altos de resistencia a compresión en todas las edades evaluadas, comenzando con 159.27 kg/cm² a los 3 días y aumentando de forma progresiva hasta alcanzar los 299.09 kg/cm² a los 56 días. Esto indica que el mantenimiento de un ambiente completamente saturado favoreció una adecuada hidratación del cemento, permitiendo un proceso de fraguado completo y uniforme. El incremento de resistencia es gradual y constante, evidenciando que este método es el más efectivo para alcanzar la máxima resistencia a compresión, pero este método no puede ser replicado en obra, debido a que, las estructuras son elementos de grandes dimensiones que no se pueden saturar completamente en agua.

El recubrimiento húmedo mostró resultados de resistencia a compresión ligeramente inferiores al curado por inmersión, aunque aún dentro de rangos aceptables. Se inició con 155.59 kg/cm² a los 3 días y se alcanzó 279.40 kg/cm² a

los 56 días. La resistencia obtenida es consistente, aunque un poco menor que en la inmersión continua, lo que podría explicarse por una ligera pérdida de humedad a medida que pasaban los días, ya que las frazadas húmedas pueden no mantener la misma saturación de agua constante como ocurre en un tanque de inmersión.

El curado por aspersión mostró valores de resistencia intermedios, con 155.80 kg/cm² a los 3 días y 262.10 kg/cm² a los 56 días. Este método no logró resultados tan elevados como los anteriores, posiblemente debido a que la aplicación intermitente de agua no mantuvo la humedad constante, especialmente en edades tempranas y finales.

El concreto sin curado mostró los valores de resistencia a compresión más bajos en todas las edades evaluadas. Comenzó con 129.02 kg/cm² a los 3 días y alcanzó 230.39 kg/cm² a los 56 días, evidenciando una ganancia de resistencia mucho más lenta y con valores significativamente menores al resto de los métodos de curado. La falta de control de humedad y la exposición directa a las condiciones ambientales provocaron una deshidratación prematura, limitando el proceso de hidratación del cemento y afectando negativamente el desarrollo de la resistencia mecánica.

Tabla 28

Resistencia a Compresión del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado

Tipo de curado	Resistencia (kg/cm ²)				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Inmersión continua en agua	159.27	176.56	227.79	260.52	299.09
Recubrimiento húmedo (usando frazadas)	155.59	176.21	216.72	259.66	279.40
Curado por aspersión (tipo obra)	155.80	165.36	201.06	250.72	262.10
Sin curado (expuesto al medio ambiente)	129.02	154.69	179.47	202.68	230.39

Los resultados de la Tabla 29 reflejan los porcentajes de resistencia a compresión alcanzados en relación con la resistencia de diseño de 210 kg/cm², evaluando el desempeño de las probetas de concreto bajo distintos tipos de curado y tiempos de endurecimiento. Se comparan los resultados a los 3, 7, 14, 28 y 56 días, considerando los estándares de desempeño: superar el 70% a los 7 días, el 85% a los 14 días y el 100% a los 28 días.

El curado por inmersión continua en agua mostró ser el método más efectivo para promover el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto. Desde los primeros días, los valores obtenidos fueron consistentemente altos. A los 3 días, la resistencia alcanzó un 75.84% del diseño, evidenciando una ganancia temprana adecuada. Para el séptimo día, se logró un 84.08%, superando con margen el 70% mínimo recomendado para esta etapa. A los 14 días, el concreto alcanzó un 108.47%, lo que indica que incluso antes de los 28 días ya había superado la resistencia de diseño especificada (210 kg/cm²). Al completar los 28 días, se registró un 124.06%, lo que demuestra un proceso de hidratación continuo y eficiente, mientras que al día 56 la resistencia continuó aumentando hasta alcanzar un 142.42%, reflejando la capacidad del curado por inmersión de mantener un ambiente de hidratación óptimo y controlado a largo plazo.

El curado con frazadas húmedas también mostró buenos resultados, aunque ligeramente inferiores al curado por inmersión. A los 3 días, la resistencia alcanzó el 74.09%, reflejando un comportamiento similar al del curado por inmersión. A los 7 días, se obtuvo un 83.91%, cumpliendo con los estándares mínimos para esta edad de curado. Al día 14, la resistencia se incrementó a 103.20%, superando la resistencia de diseño esperada. Al completar los 28 días, la resistencia alcanzó un 123.65%, mientras que al día 56 disminuyó ligeramente

el crecimiento alcanzando un 133.05%. Aunque los resultados generales son positivos, la disminución del crecimiento de resistencia a largo plazo se asocia con la pérdida parcial de humedad, ya que las frazadas, aunque humedecidas regularmente, no retienen la humedad de forma continua y uniforme como el agua de inmersión. No obstante, este método es una alternativa viable, especialmente en obra donde el curado por inmersión continua en agua es impracticable para elementos estructurales como columnas, aunque se debe prestar atención a la humedad constante del material utilizado.

El curado por aspersión mostró resultados aceptables en las primeras edades del concreto, pero menos consistentes y con un desarrollo de resistencia más lento que los métodos anteriores. A los 3 días, la resistencia alcanzó el 74.19%, similar a los otros métodos. Sin embargo, al día 7 presentó una ligera disminución con un 78.74%, aunque superando el 70% mínimo requerido. A los 14 días, se alcanzó un 95.74%, quedando por debajo del 100% esperado para este tiempo. A los 28 días, la resistencia fue de 119.39%, superando la resistencia de diseño, pero con menor eficiencia en comparación con los métodos anteriores. Al completar los 56 días, la resistencia alcanzó el 124.81%, reflejando un incremento moderado. El comportamiento menos eficiente de este método está relacionado con la aplicación intermitente del agua, lo que permite la evaporación parcial entre ciclos de riego. Este tipo de curado puede ser más propenso a variaciones en la humedad superficial, lo que genera un menor desarrollo de resistencia en comparación con la inmersión y el recubrimiento húmedo, pero sigue siendo un método efectivo para aplicar en obra para elementos estructurales.

El concreto expuesto sin ningún tipo de curado presentó los valores más bajos de resistencia a lo largo de todo el proceso de endurecimiento. A los 3 días,

la resistencia alcanzó apenas el 61.44%, siendo notablemente inferior a los otros métodos. A los 7 días, se obtuvo un 73.66%, cumpliendo con el umbral mínimo requerido, aunque con menor eficiencia. Al día 14, se registró un 85.46%, alcanzando apenas el mínimo esperado, pero aún por debajo del desempeño mostrado por los demás métodos. Al completar los 28 días, la resistencia fue de 96.51%, no alcanzando la resistencia de diseño esperada. Finalmente, a los 56 días, la resistencia llegó al 109.71%, superando finalmente la resistencia de diseño, pero con un incremento significativamente más bajo en comparación con los métodos de curado activos. Este bajo desempeño se debe a la falta de humedad en las probetas, ya que la exposición al ambiente favorece la rápida evaporación del agua superficial, dificultando la hidratación completa del cemento y afectando negativamente la resistencia a largo plazo. Este método evidencia la importancia del curado, ya que la falta de hidratación controlada impacta de manera considerable en la resistencia final del concreto.

Tabla 29

Porcentaje de Resistencia a Compresión del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado Alcanzado Respecto al $F'c$ 210 kg/cm²

Tipo de curado	Porcentaje que alcanzan de la resistencia de diseño (210 kg/cm ²)				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
Inmersión continua en agua	75.84%	84.08%	108.47%	124.06%	142.42%
Recubrimiento húmedo (usando frazadas)	74.09%	83.91%	103.20%	123.65%	133.05%
Curado por aspersión (tipo obra)	74.19%	78.74%	95.74%	119.39%	124.81%
Sin curado (expuesto al medio ambiente)	61.44%	73.66%	85.46%	96.51%	109.71%

Figura 32

Resistencia a Compresión del Concreto Sometido a Diferentes Tiempos y Tipos de Curado

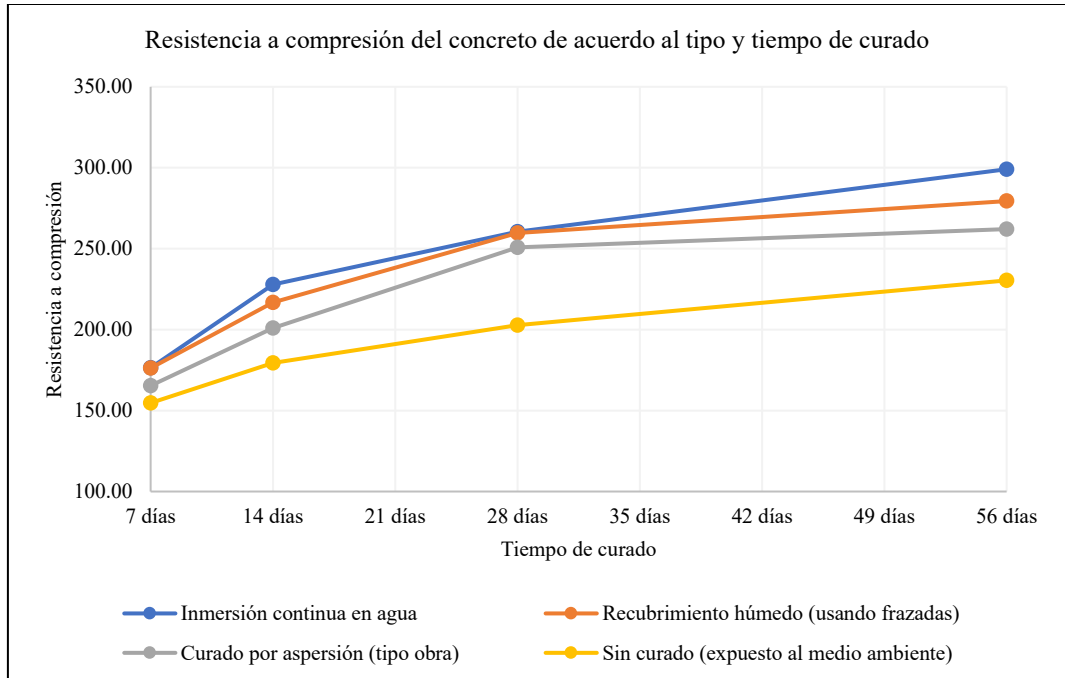
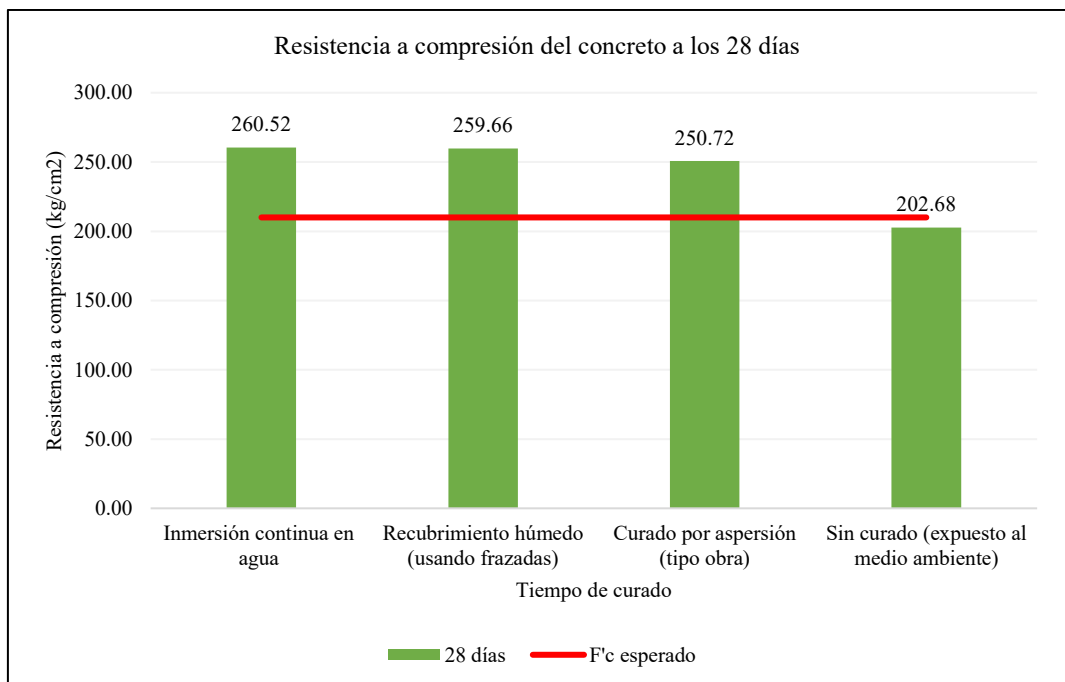


Figura 33

Resistencia a Compresión del Concreto a los 28 Días Sometido a Diferentes Tipos de Curado



4.1.2.1. Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio).

Este método de curado mostró un comportamiento superior en cuanto al desarrollo de la resistencia a compresión del concreto. Desde los primeros días, las probetas lograron valores significativos, alcanzando un promedio de 159.27 kg/cm² a los 3 días y aumentando de manera consistente hasta los 299.09 kg/cm² a los 56 días. Los valores máximos y mínimos presentaron poca dispersión (C.V. entre 1% y 7%), indicando alta uniformidad en los resultados. A los 28 días, el promedio de resistencia alcanzó los 260.52 kg/cm², superando el f'c de diseño (210 kg/cm²) en un 24%, evidenciando una hidratación óptima y un adecuado desarrollo de la resistencia interna del concreto. Así mismo, la mayoría de las fallas fueron columnares (b), lo que es típico de un concreto bien curado y con resistencia adecuada. Las fallas columbar cono (c) fueron más frecuentes a mayor edad, reflejando un fallo más dúctil en etapas de resistencia avanzada.

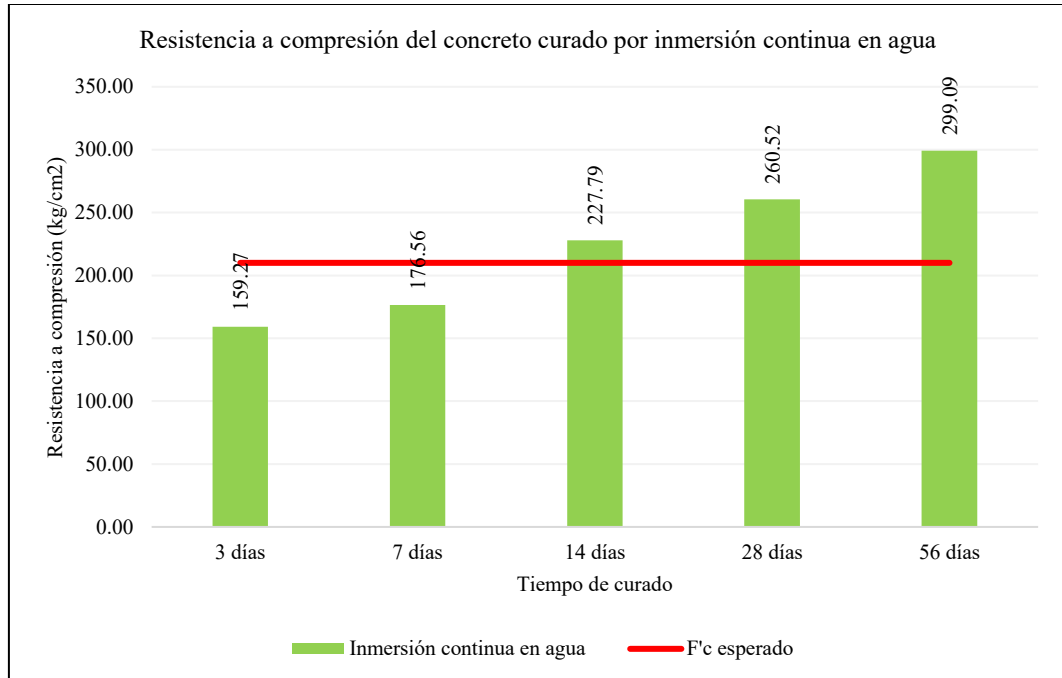
Tabla 30

Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo a la edad de las probetas				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
1	167.389	183.87	238.88	252.70	299.51
2	164.395	174.82	227.42	242.88	296.20
3	177.722	179.01	212.91	286.45	303.24
4	127.588	168.53	231.96	260.08	297.40
Promedio	159.27	176.56	227.79	260.52	299.09
Máximo	177.72	183.87	238.88	286.45	303.24
Mínimo	127.59	168.53	212.91	242.88	296.20
D.E.	21.88	6.51	10.98	18.66	3.09
C.V.	0.14	0.04	0.05	0.07	0.01

Figura 34

Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)



a) Probetas a los 3 días.

A los 3 días de curado por inmersión continua en agua, las probetas alcanzaron un promedio de resistencia a compresión de 159.27 kg/cm², representando el 75.84% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). El valor máximo obtenido fue 177.72 kg/cm² (84.63%), mientras que el mínimo fue 127.59 kg/cm² (60.76%), con un coeficiente de variación (C.V.) de 14%, indicando una variabilidad moderada entre las muestras. En cuanto al tipo de falla, se presentaron fallas columnares (tipo b) en tres probetas, lo que indica una fractura axial relativamente estable. Solo una probeta mostró falla columbar como (tipo c), que refleja una combinación de esfuerzo axial y tensiones laterales moderadas.

Tabla 31

Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	3	167.389	79.71%	c
2	3	164.395	78.28%	b
3	3	177.722	84.63%	b
4	3	127.588	60.76%	b
	Promedio	159.27	75.84%	
	Máximo	177.72	84.63%	
	Mínimo	127.59	60.76%	
	D.E.	21.88	0.10	
	C.V.	0.14	0.14	

b) Probetas a los 7 días.

A los 7 días, las probetas alcanzaron un promedio de 176.56 kg/cm², equivalente al 84.08% de la resistencia de diseño, superando el umbral del 70% (147 kg/cm²) establecido como mínimo para esta etapa. Los valores oscilaron entre 183.87 kg/cm² (87.56%) y 168.53 kg/cm² (80.25%), con un C.V. bajo de 4%, lo que indica consistencia entre las probetas. En cuanto a las fallas, predominaron las fallas columnares (b), lo que indica fracturas controladas por esfuerzo axial, y solo una probeta presentó una falla tipo columbar como (c).

Tabla 32

Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	7	183.875	87.56%	b
2	7	174.824	83.25%	b
3	7	179.006	85.24%	b
4	7	168.526	80.25%	c
	Promedio	176.56	84.08%	
	Máximo	183.87	87.56%	
	Mínimo	168.53	80.25%	
	D.E.	6.51	0.03	
	C.V.	0.04	0.04	

c) Probetas a los 14 días.

A los 14 días, las probetas mostraron un incremento significativo en la resistencia con un promedio de 227.79 kg/cm², superando el 100% de la resistencia de diseño con un 108.47%. El valor máximo alcanzado fue 238.88 kg/cm² (113.75%) y el mínimo 212.91 kg/cm² (101.39%), con un C.V. del 5%, lo que indica una variabilidad controlada. Las fallas observadas fueron mayormente columnares (tipo b) y columbar cono (tipo c).

Tabla 33

Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	14	238.877	113.75%	c
2	14	227.418	108.29%	b
3	14	212.914	101.39%	b
4	14	231.962	110.46%	b
	Promedio	227.79	108.47%	
	Máximo	238.88	113.75%	
	Mínimo	212.91	101.39%	
	D.E.	10.98	0.05	
	C.V.	0.05	0.05	

d) Probetas a los 28 días.

Al cumplir 28 días, las probetas presentaron un promedio de 260.52 kg/cm², lo que representa el 124.06% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Los valores oscilaron entre 286.45 kg/cm² (136.41%) y 242.88 kg/cm² (115.66%). El C.V. fue de 7%, lo que indica una variabilidad algo superior comparado con las edades anteriores. Las fallas predominantes fueron columnares (tipo b) y columbar cono (tipo c).

Tabla 34

Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	28	252.696	120.33%	c
2	28	242.878	115.66%	b
3	28	286.451	136.41%	b
4	28	260.076	123.85%	b
	Promedio	260.52	124.06%	
	Máximo	286.45	136.41%	
	Mínimo	242.88	115.66%	
	D.E.	18.66	0.09	
	C.V.	0.07	0.07	

e) Probetas a los 56 días.

Finalmente, a los 56 días, las probetas alcanzaron un promedio de 299.09 kg/cm², lo que equivale al 142.42% de la resistencia de diseño, mostrando un incremento significativo con respecto a las edades anteriores. El valor máximo fue de 303.24 kg/cm² (144.40%) y el mínimo de 296.20 kg/cm² (141.05%), con un C.V. de 1%, lo que refleja una excelente consistencia y uniformidad. Las fallas observadas fueron principalmente columnares (b) y columbar cono (c).

Tabla 35

Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Curadas por Inmersión continua en agua (Tipo Probetas de Laboratorio)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	56	299.511	142.62%	c
2	56	296.195	141.05%	b
3	56	303.240	144.40%	b
4	56	297.398	141.62%	b
	Promedio	299.09	142.42%	
	Máximo	303.24	144.40%	
	Mínimo	296.20	141.05%	
	D.E.	3.09	0.01	
	C.V.	0.01	0.01	

4.1.2.2. Curado por recubrimiento húmedo (curado usando mantos de frazadas).

El curado con mantos húmedos mostró resultados favorables, aunque ligeramente menores en comparación con la inmersión continua. A los 3 días, la resistencia fue de 155.59 kg/cm², aumentando progresivamente hasta alcanzar los 279.40 kg/cm² a los 56 días. A los 28 días, la resistencia promedio fue de 259.66 kg/cm², superando también el f'c de diseño en un 23%. Sin embargo, se observó una mayor variabilidad en las resistencias (C.V. de hasta 4%), lo que podría asociarse a pérdidas parciales de humedad en periodos prolongados debido a la posible disminución de saturación de las frazadas con el tiempo. A pesar de esto, los resultados fueron satisfactorios para asegurar un desarrollo adecuado de la resistencia. Así mismo, la falla columbar (tipo b) fue la predominante, reflejando una fractura axial controlada, mientras que la presencia ocasional de falla columbar cono (tipo c) sugiere tensiones menores por contracción superficial, aunque sin comprometer la resistencia global.

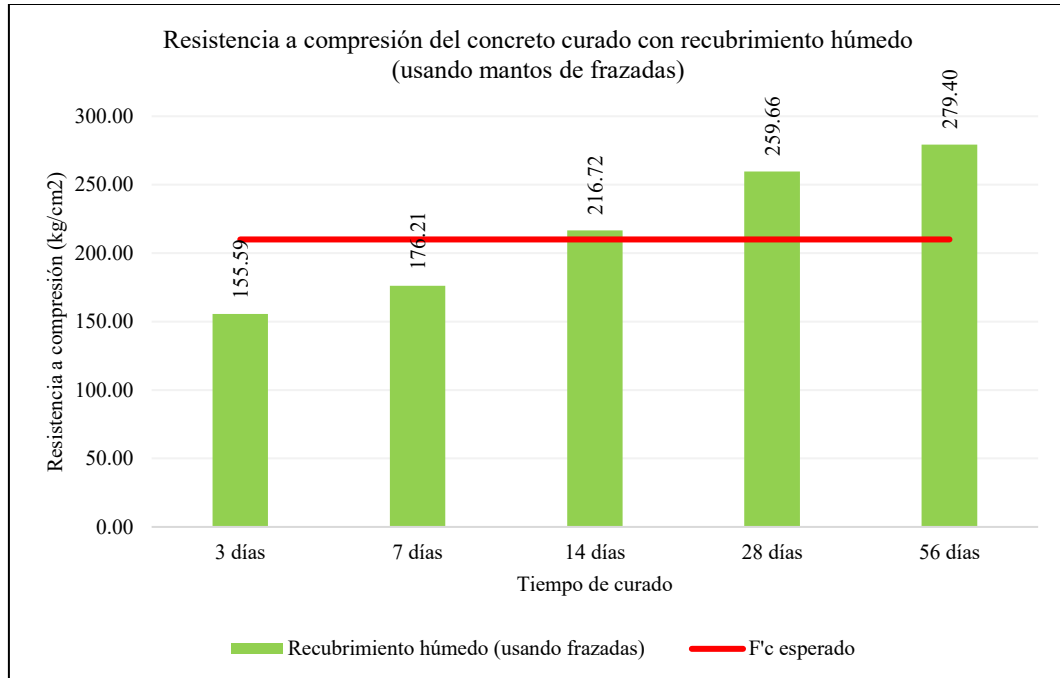
Tabla 36

*Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo
(Curado Usando Mantos de Frazadas)*

Probeta	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo a la edad de las probetas				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
1	155.946	179.02	218.26	264.92	283.06
2	148.177	174.82	215.42	256.80	277.29
3	164.344	183.23	219.48	265.66	280.45
4	153.887	167.75	213.71	251.27	276.81
Promedio	155.59	176.21	216.72	259.66	279.40
Máximo	164.34	183.23	219.48	265.66	283.06
Mínimo	148.18	167.75	213.71	251.27	276.81
D.E.	6.70	6.60	2.63	6.89	2.92
C.V.	0.04	0.04	0.01	0.03	0.01

Figura 35

Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)



a) Probetas a los 3 días.

A los 3 días, las probetas alcanzaron un promedio de resistencia a compresión de 155.59 kg/cm², lo que equivale al 74.09% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). El valor máximo registrado fue de 164.34 kg/cm² (78.26% de f'c) y el mínimo de 148.18 kg/cm² (70.56% de f'c), con un coeficiente de variación (C.V.) del 4%, lo que indica una baja dispersión de los datos y un comportamiento relativamente uniforme entre las probetas. Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b), caracterizada por una fractura axial controlada sin pérdida brusca de resistencia. Una probeta mostró falla columbar como (tipo c), con fractura tanto axial como un leve cono en los extremos, lo que podría estar relacionado con tensiones de compresión más distribuidas en la superficie.

Tabla 37

Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	3	155.946	74.26%	b
2	3	148.177	70.56%	c
3	3	164.344	78.26%	b
4	3	153.887	73.28%	b
	Promedio	155.59	74.09%	
	Máximo	164.34	78.26%	
	Mínimo	148.18	70.56%	
	D.E.	6.70	0.03	
	C.V.	0.04	0.04	

b) Probetas a los 7 días.

A los 7 días, las probetas curadas con frazadas alcanzaron una resistencia promedio de 176.21 kg/cm², lo que representa el 83.91% de la resistencia de diseño, superando el mínimo del 70% (147 kg/cm²). El valor máximo registrado fue de 183.23 kg/cm² (87.25% de f_c) y el mínimo de 167.75 kg/cm² (79.88% de f_c). Predominaron las fallas columnares (tipo b), lo que indica un fallo axial clásico por compresión con fisuración estable y controlada. Solo una probeta presentó falla columbar cono (tipo c).

Tabla 38

Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	7	179.023	85.25%	b
2	7	174.824	83.25%	b
3	7	183.228	87.25%	b
4	7	167.751	79.88%	c
	Promedio	176.21	83.91%	
	Máximo	183.23	87.25%	
	Mínimo	167.75	79.88%	
	D.E.	6.60	0.03	
	C.V.	0.04	0.04	

c) Probetas a los 14 días.

A los 14 días, las probetas curadas con frazadas alcanzaron una resistencia promedio de 216.72 kg/cm², equivalente al 103.20% de la resistencia de diseño, cumpliendo y superando el umbral mínimo requerido del 85% (178.5 kg/cm²). El valor máximo registrado fue 219.48 kg/cm² (104.52% de f_c) y el mínimo de 213.71 kg/cm² (101.77% de f_c). Todas las probetas presentaron falla columbar (tipo b), evidenciando un comportamiento axial controlado y una fractura estable, típica de un concreto con adecuada hidratación y endurecimiento.

Tabla 39

Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	14	218.262	103.93%	c
2	14	215.415	102.58%	b
3	14	219.484	104.52%	b
4	14	213.712	101.77%	b
	Promedio	216.72	103.20%	
	Máximo	219.48	104.52%	
	Mínimo	213.71	101.77%	
	D.E.	2.63	0.01	
	C.V.	0.01	0.01	

d) Probetas a los 28 días.

A los 28 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 259.66 kg/cm², lo que representa el 123.65% de la resistencia de diseño, superando ampliamente el umbral esperado del 100% (210 kg/cm²). El valor máximo registrado fue 265.66 kg/cm² (126.50% de f_c) y el mínimo de 251.27 kg/cm² (119.65% de f_c). Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b) con fractura axial estable. Una probeta presentó falla columbar como (tipo c), reflejando una combinación de esfuerzos axiales y laterales, lo que podría indicar un secado parcial en la superficie expuesta.

Tabla 40

Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	28	264.924	126.15%	b
2	28	256.803	122.29%	b
3	28	265.657	126.50%	b
4	28	251.268	119.65%	c
	Promedio	259.66	123.65%	
	Máximo	265.66	126.50%	
	Mínimo	251.27	119.65%	
	D.E.	6.89	0.03	
	C.V.	0.03	0.03	

e) Probetas a los 56 días.

A los 56 días, las probetas curadas con frazadas alcanzaron una resistencia promedio de 279.40 kg/cm², lo que representa un 133.05% de la resistencia de diseño, reflejando un desempeño sobresaliente en el largo plazo. El valor máximo registrado fue 283.06 kg/cm² (134.79% de f_c) y el mínimo 276.81 kg/cm² (131.82% de f_c). Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b) con fractura axial controlada. Una probeta presentó falla columbar cono (tipo c), evidenciando un fallo más dúctil, típico de un concreto con alta resistencia y microfisuración.

Tabla 41

Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Curadas por Recubrimiento Húmedo (Curado Usando Mantos de Frazadas)

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	56	283.060	134.79%	b
2	56	277.294	132.04%	b
3	56	280.451	133.55%	b
4	56	276.815	131.82%	c
	Promedio	279.40	133.05%	
	Máximo	283.06	134.79%	
	Mínimo	276.81	131.82%	
	D.E.	2.92	0.01	
	C.V.	0.01	0.01	

4.1.2.3. Curado por aspersión (tipo obra).

El curado por aspersión mostró resultados de resistencia a compresión inferiores a los métodos anteriores. A los 3 días, la resistencia promedio fue de 155.80 kg/cm², aumentando hasta 262.10 kg/cm² a los 56 días. Aunque logró superar el $f'c$ de diseño a los 28 días con una resistencia de 250.72 kg/cm², los valores máximos y mínimos presentaron mayor dispersión con un coeficiente de variación (C.V.) de hasta 5% en las primeras edades. Esto sugiere que el riego intermitente pudo no ser suficiente para mantener una hidratación uniforme, especialmente en las primeras edades. Sin embargo, la resistencia a los 56 días mostró un incremento notable, alcanzando un 124% del $f'c$ de diseño.

Las fallas columnares (tipo b) predominaron en las edades avanzadas, mientras que las fallas columnares como (tipo c) fueron más frecuentes en las edades iniciales, reflejando tensiones combinadas posiblemente relacionadas con la hidratación superficial.

Tabla 42

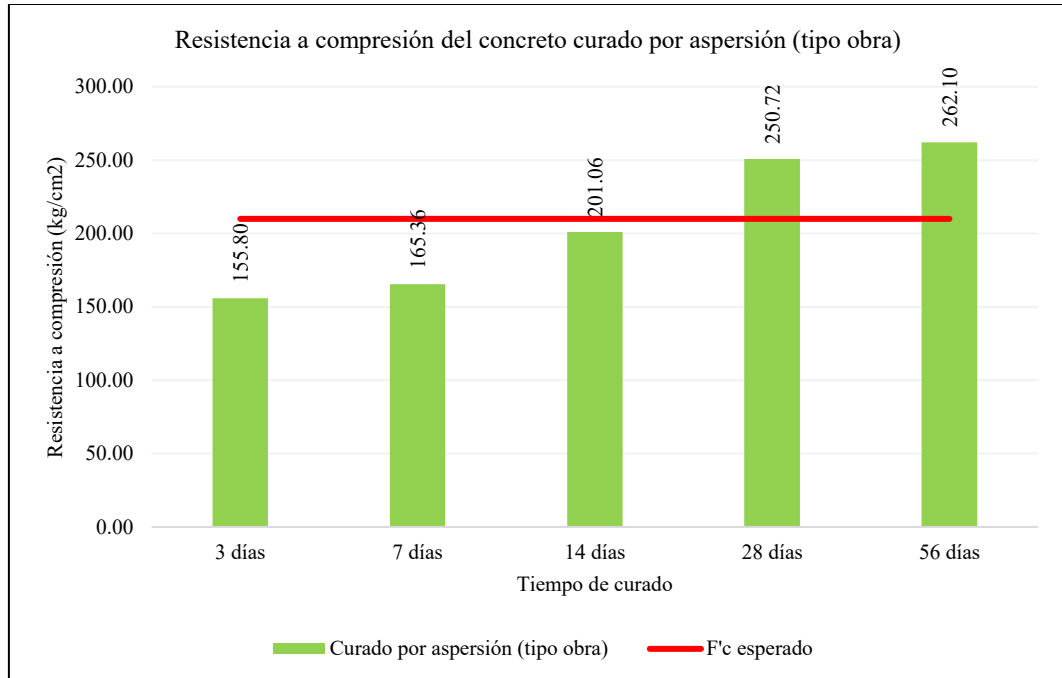
Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Aspersión (Tipo Obra)

Probeta	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo a la edad de las probetas				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
1	147.526	171.80	205.69	251.63	265.54
2	158.951	154.15	199.91	245.77	263.18
3	153.824	170.67	201.75	251.24	262.75
4	162.918	164.83	196.89	254.22	256.94
Promedio	155.80	165.36	201.06	250.72	262.10
Máximo	162.92	171.80	205.69	254.22	265.54
Mínimo	147.53	154.15	196.89	245.77	256.94
D.E.	6.66	8.08	3.68	3.55	3.65
C.V.	0.04	0.05	0.02	0.01	0.01

Figura 36

Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas Curadas por Aspersión

(Tipo Obra)



a) Probetas a los 3 días.

A los 3 días, las probetas curadas por aspersión alcanzaron una resistencia promedio de 155.80 kg/cm², lo que representa el 74.19% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Este valor cumple con el umbral mínimo del 70% esperado para esta etapa. Los valores oscilaron entre un máximo de 162.92 kg/cm² (77.58%) y un mínimo de 147.53 kg/cm² (70.25%), con un coeficiente de variación (C.V.) del 4%, lo que indica baja dispersión y uniformidad en los resultados. Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b), caracterizada por una fractura axial controlada y uniforme. Una probeta mostró falla columbar como (tipo c), reflejando una fractura combinada de compresión axial y tensiones laterales, posiblemente debido a variaciones en la hidratación superficial.

Tabla 43*Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Curadas por Aspersión**(Tipo Obra)*

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	3	147.526	70.25%	c
2	3	158.951	75.69%	b
3	3	153.824	73.25%	b
4	3	162.918	77.58%	b
	Promedio	155.80	74.19%	
	Máximo	162.92	77.58%	
	Mínimo	147.53	70.25%	
	D.E.	6.66	0.03	
	C.V.	0.04	0.04	

b) Probetas a los 7 días.

A los 7 días, la resistencia promedio alcanzó 165.36 kg/cm², equivalente al 78.74% de la resistencia de diseño. Este valor supera cómodamente el umbral mínimo del 70% requerido para esta etapa. El rango de valores se situó entre un máximo de 171.80 kg/cm² (81.81%) y un mínimo de 154.15 kg/cm² (73.40%). Tres probetas mostraron falla columbar cono (tipo c), indicando fracturas combinadas que pueden estar asociadas a variaciones en la hidratación debido al riego intermitente.

Tabla 44*Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Curadas por Aspersión**(Tipo Obra)*

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	7	171.797	81.81%	b
2	7	154.147	73.40%	c
3	7	170.671	81.27%	c
4	7	164.831	78.49%	c
	Promedio	165.36	78.74%	
	Máximo	171.80	81.81%	
	Mínimo	154.15	73.40%	
	D.E.	8.08	0.04	
	C.V.	0.05	0.05	

c) Probetas a los 14 días.

A los 14 días, las probetas alcanzaron un promedio de resistencia de 201.06 kg/cm², representando el 95.74% de la resistencia de diseño, superando el umbral mínimo del 85% esperado para esta etapa. Los valores oscilaron entre un máximo de 205.69 kg/cm² (97.95%) y un mínimo de 196.89 kg/cm² (93.76%). Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b), reflejando fracturas axiales controladas y un adecuado desarrollo de resistencia.

Tabla 45

*Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Curadas por Aspersión
(Tipo Obra)*

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	14	205.688	97.95%	c
2	14	199.910	95.20%	b
3	14	201.755	96.07%	b
4	14	196.888	93.76%	b
	Promedio	201.06	95.74%	
	Máximo	205.69	97.95%	
	Mínimo	196.89	93.76%	
	D.E.	3.68	0.02	
	C.V.	0.02	0.02	

d) Probetas a los 28 días.

A los 28 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 250.72 kg/cm², equivalente al 119.39% de la resistencia de diseño, superando ampliamente el umbral del 100% esperado para esta etapa. Los valores oscilaron entre un máximo de 254.22 kg/cm² (121.06%) y un mínimo de 245.77 kg/cm² (117.03%). Dos probetas presentaron falla columbar (tipo b), caracterizada por una fractura axial uniforme. Dos probetas mostraron falla columbar como (tipo c), indicando tensiones laterales menores, posiblemente relacionadas con la hidratación no uniforme en la superficie.

Tabla 46*Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Curadas por Aspersión**(Tipo Obra)*

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	28	251.631	119.82%	b
2	28	245.773	117.03%	c
3	28	251.244	119.64%	c
4	28	254.223	121.06%	b
	Promedio	250.72	119.39%	
	Máximo	254.22	121.06%	
	Mínimo	245.77	117.03%	
	D.E.	3.55	0.02	
	C.V.	0.01	0.01	

e) Probetas a los 56 días.

A los 56 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 262.10 kg/cm², equivalente al 124.81% de la resistencia de diseño, mostrando un desempeño sobresaliente en el largo plazo. Los valores oscilaron entre un máximo de 265.54 kg/cm² (126.45%) y un mínimo de 256.94 kg/cm² (122.35%), con un coeficiente de variación (C.V.) de 1%, reflejando una alta consistencia en los resultados. Todas las probetas presentaron falla columbar (tipo b), reflejando fracturas axiales uniformes y un adecuado desarrollo de resistencia a largo plazo.

Tabla 47*Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Curadas por Aspersión**(Tipo Obra)*

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	56	265.542	126.45%	b
2	56	263.175	125.32%	b
3	56	262.748	125.12%	b
4	56	256.941	122.35%	b
	Promedio	262.10	124.81%	
	Máximo	265.54	126.45%	
	Mínimo	256.94	122.35%	
	D.E.	3.65	0.02	
	C.V.	0.01	0.01	

4.1.2.4. Sin curado expuestos al medio ambiente (en seco).

El método sin curado presentó los resultados más bajos de resistencia a compresión. A los 3 días, solo alcanzó un promedio de 129.02 kg/cm², aumentando de manera limitada hasta los 230.39 kg/cm² a los 56 días. A los 28 días, la resistencia promedio fue de 202.68 kg/cm², quedando por debajo del f^c de diseño de 210 kg/cm². El coeficiente de variación (C.V.) fue relativamente bajo, pero esto se explica por un bajo desarrollo general de la resistencia y condiciones homogéneas de secado superficial. La falta de hidratación adecuada afectó negativamente el desarrollo de resistencia, lo que evidencia la importancia de un curado adecuado para prevenir la retracción plástica y la formación de microfisuras que reducen la resistencia final. Las fallas columnares (tipo b) predominaron en edades avanzadas, mientras que las fallas columnares cono (tipo c) fueron más frecuentes en las primeras etapas, reflejando tensiones laterales causadas por deshidratación superficial.

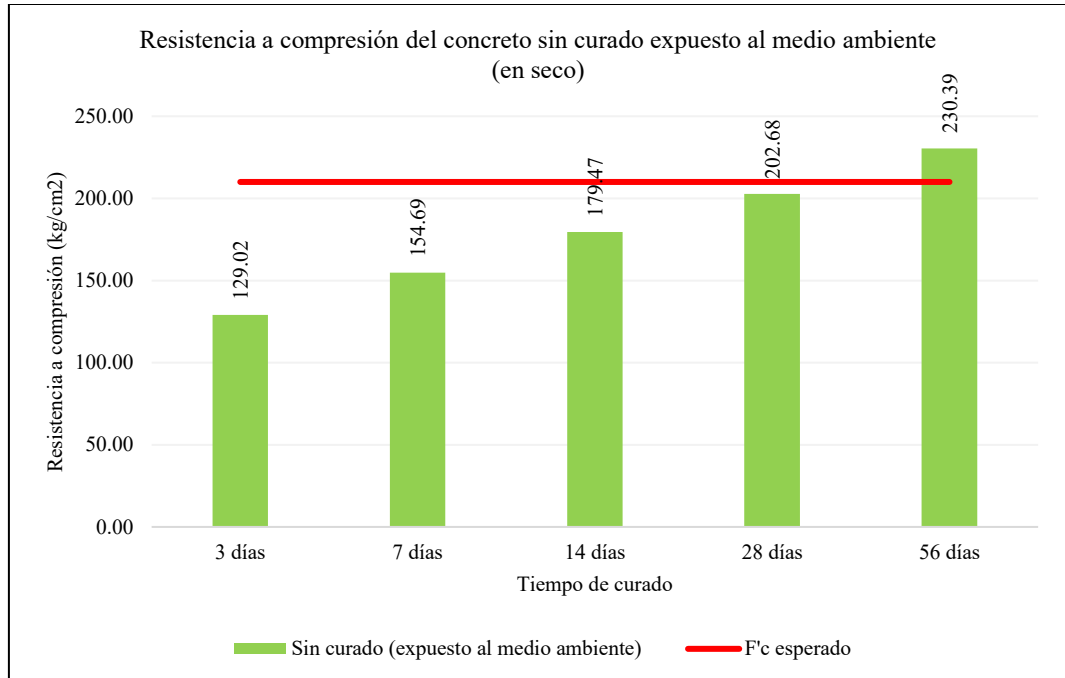
Tabla 48

Resistencia a Compresión de las Probetas sin Curado Expuestas al Medio Ambiente (En Seco)

Probeta	Resistencia (kg/cm ²) de acuerdo a la edad de las probetas				
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
1	132.773	149.75	177.67	202.54	230.50
2	116.937	156.24	177.78	203.58	228.37
3	134.584	153.09	184.44	202.42	230.68
4	131.800	159.69	178.00	202.16	232.03
Promedio	129.02	154.69	179.47	202.68	230.39
Máximo	134.58	159.69	184.44	203.58	232.03
Mínimo	116.94	149.75	177.67	202.16	228.37
D.E.	8.14	4.26	3.32	0.62	1.51
C.V.	0.06	0.03	0.02	0.00	0.01

Figura 37

Promedio de Resistencia a Compresión de las Probetas sin Curado Expuestas al Medio Ambiente (En Seco)



a) Probetas a los 3 días.

A los 3 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 129.02 kg/cm², representando solo el 61.44% de la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Este valor está significativamente por debajo del umbral mínimo del 70%, evidenciando una hidratación inicial deficiente debido a la falta de curado. El rango de resistencia varió entre 134.58 kg/cm² (64.09%) y 116.94 kg/cm² (55.68%), con un coeficiente de variación (C.V.) del 6%, lo que indica moderada dispersión entre las probetas. Dos probetas presentaron falla columbar (tipo b), reflejando una fractura axial controlada y dos probetas mostraron falla columbar cono (tipo c), lo que sugiere tensiones laterales causadas por contracción plástica debido a la deshidratación superficial.

Tabla 49

Resistencia a Compresión a los 3 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	3	132.773	63.23%	b
2	3	116.937	55.68%	c
3	3	134.584	64.09%	c
4	3	131.800	62.76%	b
	Promedio	129.02	61.44%	
	Máximo	134.58	64.09%	
	Mínimo	116.94	55.68%	
	D.E.	8.14	0.04	
	C.V.	0.06	0.06	

b) Probetas a los 7 días.

A los 7 días, la resistencia promedio mejoró ligeramente, alcanzando 154.69 kg/cm², lo que equivale al 73.66% de la resistencia de diseño. Este valor supera apenas el umbral mínimo del 70%, reflejando una ganancia lenta en la resistencia debido a la deshidratación continua. Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b), asociada a fracturas axiales relativamente estables. Una probeta mostró falla columbar cono (tipo c), indicando tensiones combinadas por hidratación superficial incompleta.

Tabla 50

Resistencia a Compresión a los 7 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	7	149.750	71.31%	c
2	7	156.241	74.40%	b
3	7	153.089	72.90%	b
4	7	159.687	76.04%	b
	Promedio	154.69	73.66%	
	Máximo	159.69	76.04%	
	Mínimo	149.75	71.31%	
	D.E.	4.26	0.02	
	C.V.	0.03	0.03	

c) Probetas a los 14 días.

A los 14 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 179.47 kg/cm², equivalente al 85.46% de la resistencia de diseño, cumpliendo apenas con el mínimo del 85% esperado. El rango de resistencia estuvo entre 184.44 kg/cm² (87.83%) y 177.67 kg/cm² (84.60%). Tres probetas presentaron falla columbar (tipo b), indicando fracturas axiales controladas y consistentes. Una probeta mostró falla columbar cono (tipo c), reflejando tensiones laterales debidas a la hidratación incompleta.

Tabla 51

Resistencia a Compresión a los 14 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	14	177.665	84.60%	c
2	14	177.778	84.66%	b
3	14	184.444	87.83%	b
4	14	178.005	84.76%	b
	Promedio	179.47	85.46%	
	Máximo	184.44	87.83%	
	Mínimo	177.67	84.60%	
	D.E.	3.32	0.02	
	C.V.	0.02	0.02	

d) Probetas a los 28 días.

A los 28 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 202.68 kg/cm², lo que representa el 96.51% de la resistencia de diseño. Aunque cercano al umbral del 100%, no logra alcanzarlo completamente, reflejando las limitaciones de la falta de curado. Los valores oscilaron entre 203.58 kg/cm² (96.94%) y 202.16 kg/cm² (96.27%). Dos probetas presentaron falla columbar (tipo b), mostrando fracturas axiales controladas. Dos probetas mostraron falla columbar cono (tipo c), reflejando tensiones combinadas causadas por la deshidratación superficial.

Tabla 52

Resistencia a Compresión a los 28 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	28	202.541	96.45%	c
2	28	203.583	96.94%	b
3	28	202.422	96.39%	c
4	28	202.162	96.27%	b
	Promedio	202.68	96.51%	
	Máximo	203.58	96.94%	
	Mínimo	202.16	96.27%	
	D.E.	0.62	0.00	
	C.V.	0.00	0.00	

e) Probetas a los 56 días.

A los 56 días, las probetas alcanzaron una resistencia promedio de 230.39 kg/cm², lo que representa el 109.71% de la resistencia de diseño. Este valor refleja un desarrollo tardío de resistencia, con un desempeño aceptable a largo plazo. Los valores oscilaron entre 232.03 kg/cm² (110.49%) y 228.37 kg/cm² (108.75%). Dos probetas presentaron falla columbar (tipo b), indicando un comportamiento axial controlado, y dos probetas mostraron falla columbar cono (tipo c), reflejando tensiones combinadas asociadas a una hidratación incompleta.

Tabla 53

Resistencia a Compresión a los 56 Días de las Probetas Sin Curado Expuesto al Medio Ambiente

Probeta	Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Tipo de falla
1	56	230.496	109.76%	c
2	56	228.368	108.75%	b
3	56	230.677	109.85%	c
4	56	232.030	110.49%	b
	Promedio	230.39	109.71%	
	Máximo	232.03	110.49%	
	Mínimo	228.37	108.75%	
	D.E.	1.51	0.01	
	C.V.	0.01	0.01	

4.1.3. Efectividad técnica y económica de los diferentes tiempos y tipos de curado del concreto

En la tabla 54 se evalúa la relación entre el costo del curado (ver anexo), la resistencia a compresión del concreto a los 28 días, y el costo/efectividad para distintos tipos de curado externo en columnas, vigas y losas; además, se destaca la importancia de realizar un curado adecuado, ya que el concreto sin curado no alcanza la resistencia esperada y, por lo tanto, no es una opción viable.

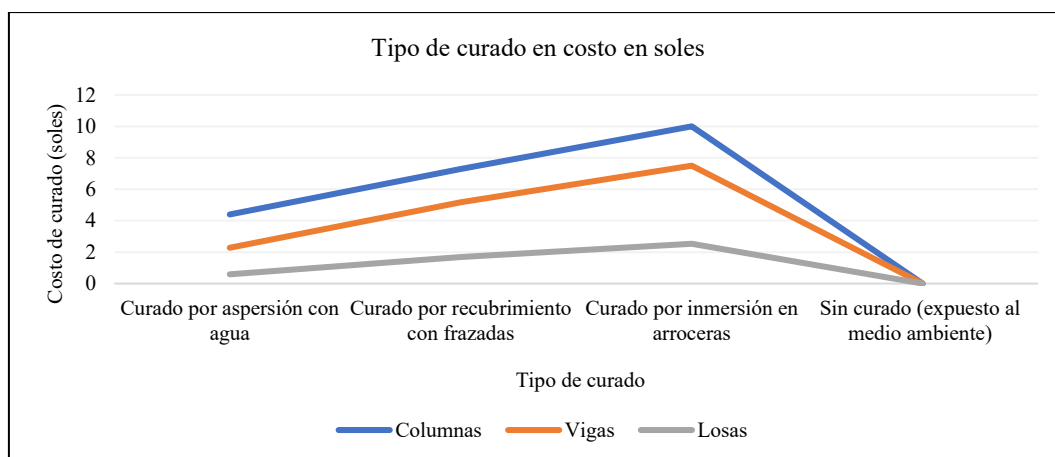
Tabla 54

Costo efectividad del Curado del Concreto de Acuerdo al Tipo de Curado

Curado	Costo del curado en soles por elemento estructural			Resistencia a compresión (kg/cm ²) del concreto a los 28 días	Costo/efectividad
	Columnas	Vigas	Losas		
Curado por aspersión con agua	4.390	2.280	0.592	250.72	0.01 a 0.02
Curado por recubrimiento con frazadas	7.280	5.170	1.697	259.66	0.02 a 0.03
Curado por inmersión en arroceras	x	x	2.531	260.52	0.01
Sin curado (expuesto al medio ambiente)	0	0	0	202.68	0.00

Figura 38

Costo del Curado de Concreto de Acuerdo al Elemento Estructural



4.1.3.1.Comparación del curado por tipo de elemento estructural.

El análisis de costos y efectividad permite determinar el método de curado más adecuado para cada tipo de elemento estructural, considerando tanto el presupuesto como el rendimiento del concreto. A partir de los resultados, se pueden establecer las siguientes inferencias:

- Para columnas y vigas, el curado por aspersión con agua es la mejor opción, ya que proporciona una resistencia aceptable con el menor costo posible.
- Para losas, el curado por inmersión en agua es la alternativa más efectiva, ya que proporciona la mayor resistencia con un costo/efectividad óptimo.
- El curado con frazadas húmedas ofrece una resistencia ligeramente mayor que la aspersión, pero su costo es más alto, por lo que no es la mejor opción desde el punto de vista económico.
- No realizar curado no es una opción viable, ya que el concreto no alcanza la resistencia mínima requerida, lo que puede comprometer la estabilidad estructural.

Para un balance entre costos y resistencia, se recomienda usar curado por aspersión en columnas y vigas y curado por inmersión en losas, asegurando así una óptima eficiencia constructiva sin comprometer la resistencia del concreto.

4.1.3.2.Comparación del tiempo de curado.

El tiempo de curado varía según la importancia de cada elemento y su exposición a la evaporación. En general, se recomienda el curado por un periodo de 28 días, no obstante, de acuerdo a Navarrete (2018) el curado adecuado se debe realizar durante mínimo 7 días para columnas, 14 días para vigas y 28 días para losas para garantizar la resistencia del concreto

4.1.3.3. Comparación por tipo de curado.

a) Curado por aspersión en agua.

El curado por aspersión con agua es el método de curado más económico entre los evaluados. Los costos son 4.39 soles para columnas, 2.28 soles para vigas y 0.592 soles para losas. En términos de resistencia, el concreto curado con este método alcanza 250.72 kg/cm² a los 28 días, lo que lo hace una opción efectiva y accesible.

El costo/efectividad se encuentra en un rango de 0.01 a 0.02, lo que indica que es una alternativa viable y rentable, especialmente en proyectos de gran escala donde la optimización de costos es prioritaria. Sin embargo, este método depende de la frecuencia de aplicación del agua, ya que, si la aspersión no es constante, se pueden generar zonas secas y, con ello, fisuras o pérdida de resistencia.

Ventaja: Es el método de curado más económico y fácil de aplicar.

Desventaja: Si el agua no se aplica con regularidad, se puede perder humedad, afectando la resistencia final.

b) Curado por recubrimiento con frazadas húmedas.

El curado con frazadas húmedas es una opción intermedia en términos de costo y resistencia alcanzada. Su aplicación requiere una mayor cantidad de materiales y mano de obra en comparación con el curado por aspersión, lo que se refleja en costos más elevados: 7.28 soles para columnas, 5.17 soles para vigas y 1.697 soles para losas.

A nivel de resistencia, el concreto sometido a este tipo de curado alcanza 259.66 kg/cm² a los 28 días, mostrando una leve mejora en comparación con el curado por aspersión. Esto se debe a que las frazadas permiten mantener una mayor humedad en la superficie del concreto, favoreciendo su hidratación.

El costo/efectividad se sitúa entre 0.02 y 0.03, lo que indica que, aunque proporciona buenos resultados, es menos eficiente en términos económicos en comparación con la aspersión. Sin embargo, es una alternativa adecuada en zonas donde el suministro de agua es limitado o cuando se requiere un control más preciso de la humedad en el proceso de curado.

Ventaja: Mantiene una hidratación más constante que la aspersión y reduce la evaporación del agua.

Desventaja: Requiere mayor mano de obra y control continuo para evitar la pérdida de humedad, lo que incrementa los costos.

c) Curado por inmersión en agua.

El curado por inmersión es el método más eficiente en términos de resistencia alcanzada, logrando 260.52 kg/cm² a los 28 días, el valor más alto entre todos los tipos de curado evaluados. Sin embargo, este método solo es viable en losas y pequeños elementos estructurales, ya que requiere la inmersión completa.

El costo de este método es 2.531 soles por metro cuadrado de losa, lo que lo convierte en una opción económica y altamente efectiva, ya que el costo/efectividad es de solo 0.01, similar al curado por aspersión, pero con mejores resultados en términos de resistencia.

Ventaja: Garantiza una hidratación uniforme y óptima del concreto, logrando la mayor resistencia a compresión.

Desventaja: Solo es viable para elementos que pueden ser sumergidos.

d) Sin curado expuesto al medio ambiente.

El concreto expuesto al medio ambiente sin curado no solo no tiene costo, sino que también no cumple con los requisitos estructurales mínimos. La resistencia a compresión apenas alcanza 202.68 kg/cm² a los 28 días, lo que

representa una pérdida significativa de resistencia en comparación con los otros métodos de curado.

El costo/efectividad es 0, ya que, aunque el proceso no incurre en gastos, el concreto no logra la resistencia de diseño, lo que compromete seriamente la calidad y durabilidad de la estructura. Este método no es una alternativa viable y no debe considerarse en proyectos donde se requiere un concreto de alta resistencia.

No se recomienda esta práctica, ya que genera un concreto con baja resistencia y alta probabilidad de fisuración y fallas estructurales.

Tabla 55

Ventajas y Desventajas de cada Tipo de Curado del Concreto de Acuerdo a la Resistencia y Costos Incurridos

Tipo de Curado	Ventajas	Desventajas
Curado por Aspersión con Agua	Bajo costo; fácil aplicación; adecuado para estructuras verticales y horizontales; requiere poco equipo.	Requiere aplicación frecuente; riesgo de evaporación rápida; menos eficiente en climas cálidos o secos.
Curado por Recubrimiento con Frazadas Húmedas	Mantiene la humedad por más tiempo; buena opción en zonas con acceso limitado a agua; evita evaporación rápida.	Mayor costo de mano de obra y materiales; necesita monitoreo constante para evitar secado prematuro.
Curado por Inmersión en Agua	Mayor hidratación del concreto; proporciona la resistencia más alta; evita fisuración por pérdida de agua.	Limitado a elementos que pueden ser sumergidos; requiere infraestructura para almacenar agua.
Sin Curado (Exposición al Medio Ambiente)	No incurre en costos de mano de obra ni materiales; no requiere logística ni supervisión.	No garantiza la resistencia de diseño; mayor fisuración y reducción de durabilidad; estructura comprometida.

4.2. Contrastación de hipótesis

El proceso de contrastación de hipótesis en esta investigación se llevó a cabo mediante herramientas estadísticas aplicadas en el programa Minitab 22, utilizando un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 0.05. En primer lugar, se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Anderson-Darling, lo que permitió determinar si se debían aplicar pruebas paramétricas o no paramétricas. Posteriormente, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar la resistencia del concreto bajo distintos tipos y tiempos de curado. Además, se llevaron a cabo pruebas t-Student para dos muestras, con el fin de evaluar diferencias significativas entre dos grupos de curado, y una prueba t-Student para una muestra, para determinar si la resistencia promedio del concreto superaba el valor de diseño de 210 kg/cm².

a) Definición de hipótesis.

Las hipótesis planteadas en la investigación fueron:

- H0: Los tipos y tiempos de curado del concreto $f'c = 210$ kg/cm², Chota no influyen en la resistencia a compresión del concreto y el costo de su producción.
- H1: Los tipos y tiempos de curado del concreto $f'c = 210$ kg/cm², Chota influyen en la resistencia a compresión del concreto y el costo de su producción.

b) Criterios de evaluación.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha = 0.05$)

Nivel de significancia: 0.05 (Si p-valor < 0.05 se rechaza H₀)

Tabla 56*Datos Utilizados en la Resistencia a Compresión del Concreto con Diferentes**Tipos y Tiempos de Curado*

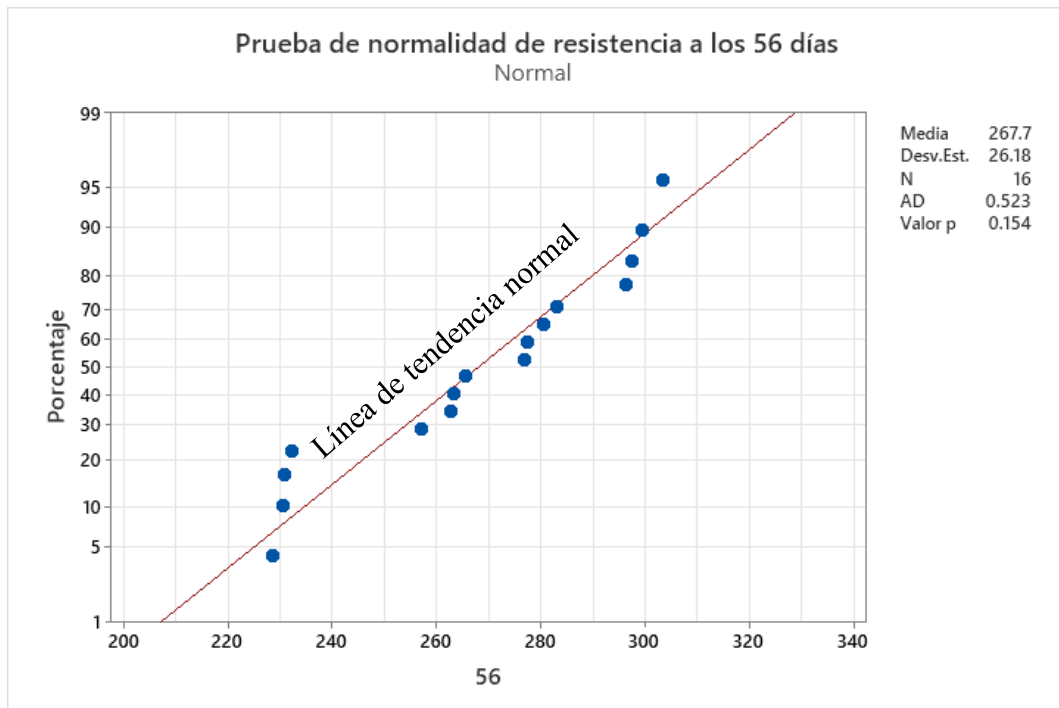
Edad (días)	Resistencia (kg/cm ²)			
	Inmersión continua en agua	Recubrimiento húmedo usando frazadas	Aspersión (tipo obra)	Sin curado expuesto al medio ambiente
3	167.39	155.95	147.53	132.77
3	164.40	148.18	158.95	116.94
3	177.72	164.34	153.82	134.58
3	127.59	153.89	162.92	131.80
7	183.87	179.02	171.80	149.75
7	174.82	174.82	154.15	156.24
7	179.01	183.23	170.67	153.09
7	168.53	167.75	164.83	159.69
14	238.88	218.26	205.69	177.67
14	227.42	215.42	199.91	177.78
14	212.91	219.48	201.75	184.44
14	231.96	213.71	196.89	178.00
28	252.70	264.92	251.63	202.54
28	242.88	256.80	245.77	203.58
28	286.45	265.66	251.24	202.42
28	260.08	251.27	254.22	202.16
56	299.51	283.06	265.54	230.50
56	296.20	277.29	263.18	228.37
56	303.24	280.45	262.75	230.68
56	297.40	276.81	256.94	232.03

c) Verificación de la normalidad de los datos .

Antes de aplicar cualquier prueba estadística paramétrica, se debe verificar que los datos siguen una distribución normal; en este caso se ha aplicado la prueba de Anderson-Darling en Minitab 22, comprobando que, los datos siguen tendencia normal porque el valor p es mayor a 0.05.

Figura 39

Prueba de Normalidad de la Resistencia a Compresión



d) Análisis de varianza (ANOVA).

Se aplicó para comparar la resistencia a compresión del concreto según los diferentes tipos y tiempos de curado; determinando que, al menos un grupo es significativamente diferente; es decir la resistencia a compresión del concreto difiere de acuerdo al tiempo y tipo de curado al que haya sido sometido.

Tabla 57

Información de los Factores

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Curado	Fijo	4	Aspersión (tipo obra); Inmersión continua en agua; Recubrimiento húmedo usando frazadas; Sin curado expuesto al medio ambiente
Edad (días)	Fijo	5	3; 7; 14; 28; 56
Tipo de falla	Fijo	2	b; c

Tabla 58

Análisis de Varianza de la Resistencia a Compresión del Concreto según Tipo y Tiempo de Curado

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Curado	3	22862	7620.7	64.80	0.000
Edad (días)	4	155798	38949.6	331.21	0.000
Tipo de falla	1	198	197.5	1.68	0.199
Error	71	8350	117.6		
Falta de ajuste	30	5124	170.8	2.17	0.011
Error puro	41	3225	78.7		
Total	79	188837			

e) Prueb t-student de dos muestras.

Se comparó la resistencia del concreto en dos tipos de curado diferentes para determinar si hay diferencias significativas, determinado que, todos los métodos de curado presentan mayores resistencias a compresión que, el concreto sin curado expuesto al medio ambiente.

μ_1 : media de población de Inmersión continua en agua, recubrimiento húmedo usando frazadas, aspersion (tipo obra).

μ_2 : media de población de sin curado expuesto al medio ambiente

Tabla 59

Estadísticas Descriptivas de la Resistencia a Compresión de Acuerdo al Tipo de Curado

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Inmersión continua en agua	20	224.6	54.6	12
Recubrimiento húmedo usando frazadas	20	217.5	48.7	11
Aspersion (tipo obra)	20	179.3	36.6	8.2
Sin curado expuesto al medio ambiente	20	179.3	36.6	8.2

Tabla 60

Prueba t-student de Dos Muestras de la Resistencia a Compresión de Acuerdo al Tipo de Curado

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

u1	u2	Valor T	GL	Valor p
Curado por inmersión continua en agua	Sin curado expuesto al medio ambiente	3.09	33	0.002
Recubrimiento húmedo	Sin curado expuesto al medio ambiente	2.81	35	0.004
Aspersión (tipo obra)	Sin curado expuesto al medio ambiente	21.5	36	0.019

f) Prueb t-student para una muestra.

Se utilizó para comparar si la resistencia del concreto en cada tipo de curado supera el valor de referencia de 210 kg/cm², determinando que, en todos los casos a excepción del concreto sin curado expuesto al medio ambiente cumplían con la resistencia a compresión de diseño.

Tabla 61

Prueba t-student de la Resistencia a Compresión del Concreto

Hipótesis nula $H_0: \mu = 210 \text{ kg/cm}^2$

Hipótesis alterna $H_1: \mu > 210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra	Valor T	Valor p
Inmersión continua en agua	5.41	0.006
Recubrimiento húmedo usando frazadas	14.42	0.000
Aspersión (tipo obra)	22.93	0.000
Sin curado expuesto al medio am	-23.47	1.000

g) Correlación de Pearson.

Las correlaciones indican que el tiempo de curado tiene un impacto significativo en la resistencia a compresión del concreto, con valores superiores a 0.90 en todos los casos. El concreto sin curado también sigue ganando resistencia con el tiempo, pero con una eficacia menor.

Tabla 62

Correlaciones de Pearson entre Tipo de Curado, Edad de Curado y Resistencia a Compresión del Concreto

	Inmersión continua en agua	Recubrimiento húmedo usando frazadas	Aspersión (tipo obra)	Sin curado expuesto al medio ambiente
Resistencia a compresión del concreto (kg/cm ²) por la edad (días)	0.917	0.913	0.906	0.935

h) Inferencia final.

Los resultados obtenidos en la contrastación de hipótesis permiten rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_1), infiriendo que los tipos y tiempos de curado del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Chota influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto y en el costo de su producción. El análisis de varianza ANOVA demostró que la resistencia a compresión del concreto varía de manera significativa según el tipo y tiempo de curado ($p = 0.000$ para ambos factores), evidenciando que el proceso de curado tiene un impacto directo en el desarrollo de la resistencia del concreto. Finalmente, el análisis de costos indica que, si bien el curado por inmersión y recubrimiento húmedo con frazadas generan un mayor gasto en insumos, estos aseguran una mayor eficiencia estructural. En contraste, el concreto sin curado, aunque no genera, no alcanza la resistencia mínima de diseño, por lo que no es viable.

4.3. **Discusión de resultados**

Los métodos de curado con mayor capacidad de retención de humedad minimizan la fisuración y maximizan la resistencia a compresión, tal como, argumentan Atsbha y Zhutovsky (2022), siendo el curado por inmersión el más efectivo, seguido por el curado con mantos húmedos; aunque en contraposición, la exposición al medio ambiente sin curado resulta en una disminución notable de la capacidad estructural del concreto, siendo donde se evidencia mayor fisuración en las probetas de concreto.

El proceso de hidratación observado en laboratorio mostró que el fraguado inicial ocurre, en promedio, a los 52.04 minutos, mientras que el fraguado final se presenta entre 6 y 8 horas después del fraguado inicial, estos valores concuerdan con Tejada y Córdoba (2023), quienes encontraron que la hidratación del cemento en condiciones controladas sigue una tendencia predecible, en la que los primeros minutos corresponden a la disolución del cemento y la formación inicial de la estructura cristalina, mientras que las siguientes horas son críticas para la consolidación del material. El tiempo de fraguado no presentó variaciones significativas entre los diferentes tipos de curado, lo que concuerda con Atsbha y Zhutovsky (2022), quienes establecieron que la hidratación inicial es un proceso químico independiente de las condiciones externas de curado, ya que este influye en la resistencia final, pero no en el tiempo de fraguado.

El análisis del proceso de endurecimiento mostró que la fisuración del concreto es altamente dependiente del tipo de curado aplicado, donde el curado por inmersión y el curado con mantos húmedos mostraron los menores porcentajes de fisuración, mientras que el concreto sin curado presentó fisuración severa desde los primeros días; consistente con Cremonez et al. (2022) y

Zambrano et al. (2022), quienes determinaron que los métodos de curado con mayor capacidad de retención de humedad garantizan una mejor integridad estructural del concreto, reduciendo las fisuras por retracción plástica y térmica.

Siendo así, los resultados del proceso de endurecimiento de las probetas de concreto coinciden con diversos estudios previos, como los de Tejada y Córdoba (2023), Rodríguez et al. (2020), y Zambrano et al. (2022), los cuales destacan que los métodos de curado con mayor retención de humedad aseguran una mejor resistencia final y reducen la incidencia de fisuración. También se ratifica lo planteado por Atsbha y Zhutovsky (2022), en cuanto a que el curado húmedo por al menos 28 días es fundamental para maximizar la resistencia a compresión. Asimismo, los resultados de fisuración obtenidos en esta investigación respaldan las observaciones de Cremonez et al. (2022), quienes concluyeron que el curado por inmersión en agua es el método más efectivo, seguido del curado con mantos húmedos. Por otro lado, esta investigación también refuerza los hallazgos de Marin (2023) y Ortecho y Sanchez (2023), quienes determinaron que el curado por aspersión no es completamente efectivo si no se realiza con la frecuencia adecuada. La variabilidad de los resultados en este método sugiere que la frecuencia y duración del curado por aspersión pueden influir significativamente en la resistencia final del concreto. En términos prácticos, el curado por inmersión es el método más efectivo, pero su aplicación en obra es limitada, mientras que el curado con mantos húmedos representa una opción viable y eficiente en condiciones de obra real. En contraste, el concreto sin curado presenta fisuración severa y una reducción considerable en la resistencia, por lo que no es una opción viable en ninguna circunstancia.

El tipo y tiempo de curado influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto; se ha comprobado que los métodos con mayor capacidad de retención de humedad, como el curado por inmersión en agua y el curado con mantos húmedos, garantizan un mejor desarrollo de resistencia, superando la resistencia de diseño antes de los 28 días; en contraste, el curado por aspersión presentó una menor eficiencia, mientras que el concreto sin curado mostró los valores más bajos, sin alcanzar la resistencia de diseño a los 28 días, concordando con los resultados de Tejada y Córdoba (2023), Atsbha y Zhutovsky (2022), Cremonez et al. (2022), Zambrano et al. (2022), entre otros.

El análisis de la resistencia a compresión del concreto mostró que el curado por inmersión continua en agua fue el método más eficiente, alcanzando la mayor resistencia a lo largo del proceso de endurecimiento. A los 3 días, la resistencia fue de 159.27 kg/cm², incrementándose progresivamente hasta alcanzar 299.09 kg/cm² a los 56 días. Estos valores superan ampliamente la resistencia de diseño de 210 kg/cm² desde los 14 días y concuerdan con Tejada y Córdoba (2023), quienes determinaron que el curado por inmersión favorece un aumento progresivo de la resistencia al evitar variaciones de temperatura y humedad, asegurando un proceso de hidratación uniforme. Asimismo, Atsbha y Zhutovsky (2022) confirmaron que la hidratación continua en agua es el método más efectivo, logrando un incremento de resistencia superior al 23% en comparación con otros métodos de curado.

Por tanto, los valores alcanzados en el curado por inmersión continua en agua son similares a los reportados por Zambrano et al. (2022), quienes observaron que estos métodos de curado permiten alcanzar resistencias superiores a la resistencia de diseño desde los 14 días. Asimismo, el estudio de Cremonez et

al. (2022) ratificó que el curado por inmersión es el método más efectivo, ya que proporciona una hidratación completa, lo que se traduce en una mayor resistencia final del concreto. Respecto a ello, Tejada y Córdoba (2023) también argumentan que, los cilindros curados por inmersión, al no estar expuestos a la precipitación ni a variaciones de temperatura, mostraron aumento progresivo en su resistencia, mientras que, los cilindros expuestos al ambiente, con y sin cobertura, a pesar de alcanzar la resistencia de diseño a los 91 días se evidenció una disminución respecto a los 56 días debido a periodos secos.

El curado por recubrimiento húmedo con frazadas mostró resultados ligeramente inferiores al curado por inmersión, con una resistencia de 155.59 kg/cm² a los 3 días y 279.40 kg/cm² a los 56 días. A pesar de que los valores obtenidos fueron adecuados y superaron la resistencia de diseño desde los 14 días, la diferencia con el curado por inmersión sugiere que la retención de humedad mediante frazadas húmedas no es completamente uniforme en periodos prolongados. Este comportamiento es consistente con Salinas y Flores (2024), quienes observaron que el curado con mantos húmedos es altamente efectivo en las primeras edades del concreto, pero puede generar ligeras pérdidas de humedad si no se mantiene un suministro constante de agua, no obstante, este método es más viable en obra en comparación con la inmersión, ya que permite aplicar el curado en estructuras de grandes dimensiones sin requerir un tanque de almacenamiento de agua. Así también, Zambrano et al. (2022) determinaron que, este era el método de curado más efectivo superando incluso a la hidratación continua, lo cual si bien no es el caso de la presente investigación, demuestra que cuando se mantiene un buen control de la humedad del elemento utilizado para recubrir el concreto, se puede llegar a obtener buenas características mecánicas,

destacando a este método como uno de los más efectivos para su uso en la construcción, así mismo, cabe recalcar que la diferencia en los resultados se deben a que, en esta investigación se ha utilizado frazadas de hilo delgadas y de bajo costo, mientras que, los autores del estudio internacional utilizaron cubiertas húmedas más absorbentes como edredones, lo que les permitió captar mayor volumen de agua durante el curado. También Curi (2022) verificaron que, si bien el curado por inmersión continua (probetas de laboratorio) alcanzaba las mayores resistencias a compresión (con 110.19% del f^c), el método de curado cubierto por alfombras también representaba un método eficiente alcanzando resistencias a compresión a los 28 días de 302.90 kg/cm², lo que valida su aplicabilidad en obra.

El curado por aspersión (tipo obra) presentó resultados intermedios, con 155.80 kg/cm² a los 3 días y 262.10 kg/cm² a los 56 días. Aunque logró superar la resistencia de diseño a los 28 días, los valores obtenidos fueron menores en comparación con los métodos de inmersión y recubrimiento húmedo. Esto coincide con lo reportado por Marin (2023), quien concluyó que el curado por aspersión debe aplicarse con alta frecuencia para evitar pérdidas prematuras de humedad. La reducción en el desarrollo de la resistencia puede atribuirse a la evaporación intermitente del agua entre cada aplicación, lo que impide una hidratación continua y uniforme del cemento. Si bien este método es una opción viable para curado en obra, debe complementarse con una frecuencia adecuada de aplicación para maximizar su efectividad. Por tanto, el curado por aspersión mostró una menor eficiencia, lo que es consistente con lo encontrado por Marin (2023) y Amín y Ordoñez (2021), quienes evidenciaron que la frecuencia del riego influye directamente en el desarrollo de la resistencia del concreto; pero, Rivera (2023) muestra que el curado por aspersión puede ser suficiente para alcanzar la

resistencia de diseño, aunque es menos eficiente que los métodos de inmersión y recubrimiento húmedo, siempre y cuando se mantenga la humedad constante de los elementos estructurales por medio del rociado o aspersión con agua durante más de 3 veces al día. En la misma línea, Burgos y Huaynates (2023) determinaron que, si bien el curado por rociado logra menores resistencias a compresión que, el curado por inmersión continua en agua, este es el proceso más acertado para su aplicación en obra, además que permite cumplir con la resistencia esperada del concreto, no obstante, dichos autores no solamente utilizaron agua para el proceso de curado, sino que, utilizaron curadores químicos, lo que, hace que se genere disimilitud en las resistencias alcanzadas con la presente investigación, pero concuerdan en la viabilidad del método de curado.

El concreto sin curado (expuesto al medio ambiente) mostró los valores de resistencia más bajos, iniciando con 129.02 kg/cm² a los 3 días y alcanzando solo 230.39 kg/cm² a los 56 días. A los 28 días, la resistencia obtenida fue de 202.68 kg/cm², lo que representa apenas 96.51% de la resistencia de diseño, sin lograr cumplir con el estándar mínimo esperado en este tiempo. Este comportamiento es similar a lo descrito por Juna (2021), quien concluyó que la ausencia de curado provoca una deshidratación prematura del concreto, limitando su proceso de hidratación y reduciendo su resistencia final. Además, los hallazgos de Ortecho y Sanchez (2023) confirmaron que la falta de curado no solo afecta la resistencia mecánica, sino que también incrementa el riesgo de retracción plástica y la aparición de fisuras. También, Tejada y Córdoba (2023) argumentan que, el proceso de exponer a las probetas al medio ambiente depende de las variaciones de temperatura, siendo así, periodos secos sin curado son los que, generan baja resistencia en el concreto.

En la misma línea, Amín y Ordoñez (2021) concuerdan en que la ausencia de curado compromete severamente la resistencia a compresión del concreto llegando a obtener resultados incluso con diferencias de hasta 60 kg/cm² entre procesos de curado, pero siendo similares al proceso de curado con rociado manual de agua 2 veces al día, es decir, probetas expuestas al medio ambiente en lugares húmedos con constantes precipitaciones pluviales obtienen resultados similares a compresión, que aquellas que han pasado por procesos de curado por aspersión (tipo obra) de poca intensidad, con tan solo dos veces de rociado al día. Esto sin duda destaca la importancia de tener un control adecuado del proceso de curado y mantener la humedad durante el día del elemento estructural de concreto. Así mismo, Morón (2023) destaca la importancia del tipo de agua utilizada en el curado, observando que el uso de agua potable genera mejores resultados en comparación con agua de río o agua con impurezas. En la presente investigación, el uso de agua potable en todos los métodos de curado permitió obtener resultados consistentes, validando esta observación y destacando la importancia de la calidad del agua en el desarrollo de resistencia del concreto.

Los tipos y tiempos de curado no solo influyen directamente en la resistencia a compresión, sino también en los costos de producción del concreto. El análisis de costos y efectividad sugiere que el curado por aspersión con agua es la opción más rentable para columnas y vigas, proporcionando una resistencia aceptable con un menor costo en comparación con otras técnicas. Para losas, el curado por inmersión en agua demostró ser la alternativa más efectiva, logrando la mayor resistencia a compresión con un costo/efectividad óptimo. En contraste, el curado con frazadas húmedas, aunque proporciona una resistencia ligeramente superior a la aspersión, tiene un costo más elevado, lo que lo hace menos viable

económicamente. Finalmente, no realizar curado no es una opción viable, ya que el concreto sin curado no alcanza la resistencia mínima requerida, lo que compromete la estabilidad estructural.

Estos hallazgos coinciden con Tejada y Córdoba (2023), quienes demostraron que el curado adecuado es fundamental para alcanzar la resistencia a los 28 días, mientras que la falta de curado puede comprometer seriamente la calidad del concreto; asimismo, Atsbha y Zhutovsky (2022) resaltaron que los métodos de curado en húmedo mejoran en un 23% la resistencia a compresión en comparación con los métodos secos, lo que refuerza la importancia del mantenimiento de la humedad durante el endurecimiento del concreto.

El tiempo de curado recomendado varía según la importancia de cada elemento y su exposición a la evaporación. En general, el curado mínimo de 7 días es necesario para columnas, 14 días para vigas y 28 días para losas, lo que coincide con lo planteado por Navarrete (2018); en este sentido, los métodos que permiten mantener la hidratación constante en periodos prolongados resultan más efectivos para garantizar la resistencia del concreto a largo plazo.

El curado por aspersión es el método más económico, con costos de 4.39 soles para columnas, 2.28 soles para vigas y 0.592 soles para losas. A nivel de resistencia, el concreto curado con este método alcanzó 250.72 kg/cm² a los 28 días, superando la resistencia de diseño y ofreciendo una alternativa viable para estructuras en obra. El costo/efectividad se encuentra en un rango de 0.01 a 0.02, lo que lo convierte en una opción rentable, especialmente en proyectos de gran escala. No obstante, este método depende de la frecuencia de aplicación del agua, ya que una aspersión insuficiente puede generar zonas secas, aumentando el riesgo de fisuración. Este comportamiento coincide con Marin (2023) en Cajamarca,

quien evidenció que la aspersión aplicada con baja frecuencia reduce la resistencia del concreto en un 30% en comparación con el curado por inmersión. A pesar de ello, sigue siendo una opción viable para estructuras verticales como columnas y vigas, donde otros métodos de curado son menos prácticos. Concordando con Rivera (2023) en Lima corroboró que el curado en obra mediante aspersión es suficiente para alcanzar la resistencia esperada, aunque su efectividad depende de la frecuencia de aplicación del agua.

El curado con frazadas húmedas requiere mayor cantidad de materiales y mano de obra, reflejándose en costos más elevados: 7.28 soles para columnas, 5.17 soles para vigas y 1.697 soles para losas. En términos de resistencia, el concreto sometido a este método alcanzó 259.66 kg/cm² a los 28 días, mostrando un leve incremento en comparación con la aspersión. El costo/efectividad se sitúa entre 0.02 y 0.03, indicando que, aunque es una alternativa válida, es menos eficiente económicamente en comparación con la aspersión. Sin embargo, este método es más adecuado en zonas con suministro limitado de agua y donde se requiere un control más preciso de la humedad. Estos resultados concuerdan con los de Salinas y Flores (2024), quienes concluyeron que el curado con frazadas es altamente efectivo en las primeras edades del concreto, pero requiere mantenimiento constante para evitar la evaporación del agua.

El curado por inmersión es el método más eficiente en términos de resistencia, alcanzando 260.52 kg/cm² a los 28 días, el valor más alto entre todos los tipos de curado evaluados. Sin embargo, este método solo es viable para losas o elementos pequeños, ya que requiere la inmersión completa del concreto en agua. El costo de este método es 2.531 soles por metro cuadrado de losa, lo que lo convierte en una opción económica y altamente efectiva, con un

costo/efectividad de solo 0.01, similar al curado por aspersión, pero con mejores resultados en términos de resistencia. La investigación de Cremonez et al. (2022) respalda estos hallazgos, demostrando que el curado por inmersión minimiza la formación de retracción y mejora la estabilidad del concreto a largo plazo.

El concreto sin curado mostró la menor resistencia a compresión, alcanzando apenas 202.68 kg/cm² a los 28 días, lo que representa una reducción significativa en comparación con los métodos de curado activo. Aunque este método no incurre en costos, la resistencia obtenida es insuficiente para cumplir con los estándares estructurales, lo que compromete la seguridad y durabilidad de la obra. El costo/efectividad de 0 indica que, a pesar de la ausencia de costos directos, este método no es viable en ninguna circunstancia. Estos resultados coinciden con los de Juna (2021), quien concluyó que la falta de curado reduce significativamente la resistencia del concreto y lo hace propenso a fisuras y fallas prematuras. Asimismo, Ortecho y Sanchez (2023) confirmaron que el concreto sin curado no solo tiene menor resistencia, sino que también presenta una mayor susceptibilidad al ataque de agentes externos, disminuyendo su vida útil.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La presente investigación permitió determinar que el tipo y tiempo de curado influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Chota, 2024, con coeficientes de correlación de Pearson mayores a 0.90. A partir de los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones, en correspondencia directa con los objetivos específicos planteados:

- 1) El proceso de hidratación del concreto, medido a través del tiempo de fraguado inicial, no presenta variaciones significativas entre los distintos tipos de curado, registrando promedio de 52.04 minutos. No obstante, el proceso de endurecimiento sí se ve afectado por el método de curado, ya que la fisuración es menor con curado por inmersión (0.02% a los 56 días), moderada con frazadas húmedas (0.14%) y mayor con aspersion (2.44%), siendo más crítica sin curado (hasta 14.70%), lo cual evidencia la importancia de un adecuado control de humedad.
- 2) La resistencia a compresión del concreto aumenta progresivamente con el tiempo y varía significativamente según el tipo de curado. El curado por inmersión continua en agua fue el más efectivo, alcanzando 299.09 kg/cm^2 a los 56 días, superando ampliamente la resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 desde los 14 días. El curado con frazadas húmedas y por aspersion también lograron resistencias aceptables, aunque con menor eficiencia en comparación con la inmersión, alcanzando 279.40 kg/cm^2 y 262.10 kg/cm^2 a los 56 días, respectivamente. El concreto sin curado presentó los valores más bajos, con

230.39 kg/cm² a los 56 días, evidenciando una pérdida significativa de resistencia debido a la evaporación del agua y una hidratación incompleta.

- 3) El curado por aspersión con agua es la opción más rentable para columnas y vigas, ya que presenta el menor costo de curado y una buena relación costo/efectividad (0.01 a 0.02). El curado con frazadas húmedas, aunque proporciona una resistencia adecuada, implica un costo más elevado, lo que disminuye su eficiencia económica (costo/efectividad de 0.02 a 0.03). El curado por inmersión en agua, aplicado en losas, demuestra ser la alternativa más efectiva en términos de resistencia, con costo/efectividad óptimo de 0.01, lo que justifica su uso en elementos estructurales planos. El concreto sin curado no es viable, ya que, a pesar de no generar costos directos, su bajo desempeño estructural compromete la calidad de la construcción, ya que no alcanza la resistencia mínima requerida a los 28 días (202.68 kg/cm²); por tanto, para minimizar costos sin afectar la resistencia del concreto, se puede utilizar el curado por aspersión en columnas y vigas, y el curado por inmersión en losas.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se recomienda implementar métodos de curado que minimicen la fisuración del concreto, priorizando el curado por inmersión en agua para elementos que puedan ser sumergidos y el curado con frazadas húmedas o aspersión para elementos estructurales en obra; además, se debe asegurar un control constante de la humedad durante las primeras edades del concreto para evitar la retracción plástica, ya que el concreto sin curado mostró un alto porcentaje de fisuración (14.70%).

Se recomienda garantizar un curado adecuado en función de la resistencia esperada, asegurando que elementos estructurales reciban suficiente humedad durante el tiempo recomendado de curado, el curado insuficiente debe evitarse, ya que impacta negativamente la resistencia final del concreto. También se sugiere en futuras investigaciones estudiar otros tipos de procesos de curado, como el uso de aditivos, el curado interno, u otros; así como, determinar el análisis de la influencia de las condiciones ambientales (temperatura, humedad y precipitación) en el proceso del curado.

Se recomienda optimizar el proceso de curado en función de los costos y la resistencia final del concreto. Para columnas y vigas, el curado por aspersión es la mejor alternativa en términos de costo-efectividad, mientras que, en losas, el curado por inmersión con arrocetas es la opción más eficiente. No se recomienda omitir el curado, ya que el concreto sin curado no alcanza la resistencia mínima requerida, lo que podría comprometer la resistencia estructural.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del concreto, 3ra ed.* Editorial San Marcos. ISBN 978-612-315-463-9
- Aceros Arequipa. (2023). *Manual de construcción para maestros de obra.* Aceros Arequipa. <https://acerosarequipa.com/manual-para-maestro-de-obra/albanileria-confinada/que-es-albanileria-confinada-2.html>
- ACI 211.1. (2022). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, reapproved 2022.* American Concrete Institute. ACI Committee 211 .
- ACI-211.1. (2022). *ACI PRC-211.1-22: Selecting Proportions for Normal-Density and High Density-Concrete - Guide.* American Concrete Institute (ACI).
- Acuña, C. A., & Rojas, K. A. (2022). *Influencia en la resistencia a la compresión de concretos $f'c=280$ y 350 kg/cm², aplicando diferentes métodos de curado, en la ciudad de Chiclayo, 2021.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6142>
- Alva, R. A. (2013). *Experiencia de implementación en laboratorio de la norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante uso de agua hirviendo.* [Tesis de pregrado en Ingeniería Civil, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/1759>
- Amín, Z. L., & Ordoñez, J. D. (2021). *Análisis de la influencia de las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico sobre la resistencia a la compresión.* [Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero civil, Corporación Universidad de la Costa]. <https://hdl.handle.net/11323/8211>
- Atsbha, T. G., & Zhutovsky, S. (2022). The effect of external curing methods on the development of mechanical and durability-related properties of normal-strength concrete. *Construction and Building Materials*, 324(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126706>
- Betancourt, Ñ., & Estiven, D. (2022). *Evaluación de alternativas de curado para el concreto en Bogotá.* Universidad Antonio Nariño. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7128>

- Bogantes, C. (2019). *Importancia de la resistencia a la compresión del concreto en el comportamiento sísmico de edificios con losas planas y muros estructurales*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Costa Rica]. <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/9132/1/44214.pdf>
- Brouwers, H. J. (2007). Composición de la pasta de cemento Portland (Parte I). *Cemento-Hormigón*, 904(1), 4-28. https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6840744/Brouwers_Journal44.pdf
- Burgos, J. L., & Huaynates, P. (2023). *Influencia del curado artificial del concreto por rociado sobre la resistencia a la compresión en concreto premezclado FC =280 Kg/cm²*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/10032>
- Cabrera, J. K. (2022). *Uso de agua hervida en el curado del concreto simple para mejorar su resistencia a compresión, Jaén, 2022*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/106087>
- CAPECO. (27 de agosto de 2024). FTCCP y CAPECO acuerdan aumento salarial en construcción civil y exigen acciones eficaces contra la violencia en obras. *Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO)*, págs. 1-2. <https://capeco.org/ftccp-y-capeco-acuerdan-aumento-salarial-en-construccion-civil-y-exigen-acciones-eficaces-contra-la-violencia-en-obras/>
- Castillo, H., Collado, H., Droguett, T., Sánchez, S., Vesely, M., Garrido, P., & Palma, S. (2021). Factors Affecting the Compressive Strength of Geopolymers: A Review. *Minerals*, 11(12), 1-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/min11121317>
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, 2(1), 1-11. https://doi.org/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36805674/1-VARIABLES-libre.pdf?1425133381=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dvariables_de_Daniel_Cauas.pdf&Expires=1689655450&Signature=LekE8oGLI9sFH03tBpR0uB-ql~K7zijCKnflmRwa3NE~FZsmOjDkJwoRI6OMxmLSm
- Cemex. (2023). *Resistencia - Donde el desempeño del concreto se pone a prueba*. CEMEX-México: https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados

- Chapoñan, E. (2019). *Evaluación económica y técnica de los tipos de curado de concreto en losas de $f'c=210$ Kg/Cm² $E=0.15$ en la ciudad de Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39358>
- Cieza, D. S. (2022). *Propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm² elaborado con agregados de río y canteras de cerro, Chota - Cajamarca 2022*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/107516>
- Contreras, S. R., & Velazco, C. A. (2018). *Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5522>
- Córdova, C. E. (2018). *Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1197>
- Corro, H. L., & Ramos, A. L. (2018). *Correlación entre el índice de madurez de una mezcla de concreto y su resistencia a la compresión*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/1143/REP_ING_CIVIL_HENRY.CORRO_ALEJANDRO.RAMOS_CORRELACI%3D%3N.ENTR E.%3DNDICE.MADUREZ.MEZCLA.CONCRETO.RESISTENCIA.COMPRE SI%3D%3N.pdf;jsessionid=42498CD2DCCF45C3080AF0A9A64EC7DD?sequence=1
- Cremonez, C., McCartney, J. M., Seguro, A. C., Ferreira, E. O., & Mazer, W. (2022). Analysis of the influence of the type of curing on the axial compressive strength of concrete. *Materials Today: Proceedings*, 58(1), 1211-1214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.430>
- Cruzado, J. J. (2021). *Evaluación de la resistencia a la compresión de los concretos $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² bajo los criterios del ACI 318-19 empleado en la obra reconstrucción y rehabilitación del puente Arenita-segunda calzada del tramo continuo Paján-Pacasmayo*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/29372>
- Curi, K. P. (2022). *Análisis de la resistencia de concreto $f'c=280$ kg/cm² en la aplicación de cinco tipos de curados de la norma técnica aci 308 en Huánuco en el año 2020*.

- [Tesis de grado, Univeridad de Huánuco].
<http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3660>
- Danish, A., Mosaberpanah, M. A., & Salim, M. U. (2020). Past and present techniques of self-healing in cementitious materials: A critical review on efficiency of implemented treatments. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 6883-6899. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.053>
- de Guzmán, D. S. (2021). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Djayaprabha, H. S., & Fatharani, A. H. (2024). Abrams' Law Formulation for Blended Cement Paste Incorporated with Ground Ferronickel Slag. *UKaRsT*, 8(1), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.30737/ukarst.v8i1.5485>
- Dorn, T., Blask, O., & Stephan, D. (2022). Acceleration of cement hydration – A review of the working mechanisms, effects on setting time, and compressive strength development of accelerating admixtures. *Construction and Building Materials*, 323(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126554>
- Durand, N. F., & Salazar, J. G. (2021). *Aditivos químicos aplicados durante el curado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4746>
- Esteban, F. E., & Tolentino, F. A. (2019). *Análisis de la influencia del tipo de curado en la permeabilidad y la absorción capilar del concreto hidráulico en la ciudad de Huánuco*. [Tesis de grado parra optar el título de Ingniero Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5501>
- Gómez, S., Hoyos, M. P., Ospina, T., & Revilla, V. (2019). *Afectación de la resistencia a la compresión de probetas en concreto hidráulico ante diferentes métodos de curado*. [Tesis de grado, Universidad Libre Seccional Pereira]. <https://hdl.handle.net/10901/20184>
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. *Cmapspublic*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Griffiths, S., Sovacool, B., Furszyfer Del Río, D. D., Foley, A. M., Bazilian, M. D., Kim, J., & Uratani, J. M. (2023). Decarbonizing the cement and concrete industry: A systematic review of socio-technical systems, technological innovations, and

- policy options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 180(1), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113291>
- Guzmán, P. V. (2020). *Aplicación del concepto de madurez en pavimentos urbanos de hormigón*. [Tesis de grado, Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/179640>
- Hamada, H., Alattar, A., Tayeh, B., Yahaya, F., & Almeshal, I. (2022). Influence of different curing methods on the compressive strength of ultra-high-performance concrete: A comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*, 17(1), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01390>
- Hedjazi, S., & Kabir, E. (2022). Effects of Cement Type, Water-Cement Ratio, Specimen Size, and Curing Time on Concrete Electrical Resistivity. *ACI Materials Journal*, 119(6), 175-187. <https://doi.org/DOI:10.14359/51737191>
- Horna, J. A. (2019). *Influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión, Trujillo 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte].
<https://hdl.handle.net/11537/14969>
- Huayta, Y., & Mamani, E. (2018). *Análisis de la incidencia del tiempo de curado del concreto respecto a la resistencia a compresión y adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo, Cusco – 2018*. [Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Andina del Cusco].
<https://hdl.handle.net/20.500.12557/2722>
- Ilaíta, C. Y. (2024). *Evaluación del tiempo de fraguado del concreto con adición de acelerantes de fragua en la Ciudad de Juliaca*. [Tesis de grado, Universidad Andina]. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2113>
- INACAL. (03 de enero de 2018). NTP 339.036 CONCRETO. Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco. 4ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (03 de enero de 2018). NTP 339.082. CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (06 de diciembre de 2019). NTP 339.046 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.

- INACAL. (17 de enero de 2019). NTP 339.213 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto. 2a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*, págs. 1-5.
- INACAL. (marzo de 24 de 2020). NTP 339.035 CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (18 de febrero de 2020). NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (26 de noviembre de 2020). NTP 400.019 AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (01 de enero de 2020). NTP 400.021 AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. *Instituto Nacional de Calidad*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). CONCRETO. Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Práctica. 5a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*, págs. 1-17.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.034 CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.183 CONCRETO. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.184 CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.185 AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.

- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 400.022 AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (2021). *NTP 400.037 AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- Juna, L. P. (2021). *Incidencia del agua, ripio, arena y diferentes tiempos de curado, en la calidad del hormigón para la construcción, empleando los agregados del cantón Pedernales, Provincia de Manabí en el año 2020.* [Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Ingeniería en Estadística, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22877>
- López, L., Duran, A., & Gonzáles, J. (2022). Estado del desarrollo y aplicaciones de la tecnología del concreto. *Ciencia Nicolaita*, 1(85), 27-43.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35830/cn.vi85.619>
- Luna, J. Y. (2020). *Métodos de curado de concreto en zonas costeras y su trascendencia en América Latina en los últimos 10 años: una revisión de la literatura científica.* [Tesis de grado en Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte].
<http://hdl.handle.net/11537/23697>
- Lupaca, A. M., & Ramos, J. A. (2022). *Influencia del curador membranal en la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² con incremento de relación agua – cemento, Arequipa 2022.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/98816>
- Machaca, J. K. (2021). *Evaluación de la resistencia del concreto con diferentes $f'c$ a efectos del curado acelerado y estándar para elementos estructurales, Arequipa 2021.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/74472>
- Marin, V. (2023). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² sometido a curado por aspersión 2, 3 y 5 veces al día, Cajamarca 2023.* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/36039>
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2017). *Diseño de concreto reforzado.* Alpha Editorial.

- Medina-Sierra, W. A. (2015). Prácticas en el Curado del Concreto, Caso de Estudio Tunja. *Ingenio Magno*, 5(1), 61-71. <https://doi.org/http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/880>
- Medina-Sierra, W. A. (2017). El Curado del Concreto en la Construcción. *L'esprit Ingénieux*, 7(1), 74-81. <https://doi.org/http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1368>
- Mohammed, A., Rafiq, S., Sihag, P., Kurda, R., & Mahmood, W. (2021). Soft computing techniques: Systematic multiscale models to predict the compressive strength of HVFA concrete based on mix proportions and curing times. *Journal of Building Engineering*, 33(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101851>
- Mondal, A., & Bhanja, S. (2022). Augmentation of Abrams law for fly ash concrete. *Materials Today: Proceedings*, 65(1), 644-650. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.204>
- Morales, P. (2013). *Investigación experimental, diseño y contraste de medias*. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. https://doi.org/http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/A4t2k2_diseno%20investigacion.pdf
- Morón, L. P. (2023). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de 280 kg/cm² considerando diferentes tipos de curado, Moquegua, 2023*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/139136>
- MVCS. (2009). Norma E.060 Concreto armado. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-201). Instituto de Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf
- MVCS. (2009). Norma técnica de edificación E.060 Concreto Armado. En C. y. Ministerio de Vivivenda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-201). Instituto de la Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf

- Navarrete, F. (2018). *Comparar los efectos de la resistencia del concreto en losas aligeradas $e=0.20$ m, curado con diferentes métodos, Chiclayo - 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27364>
- Nematollahzade, M., Tajadini, A., Afshoon, I., & Aslani, F. (2020). Influence of different curing conditions and water to cement ratio on properties of self-compacting concretes. *Construction and Building Materials*, 237(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117570>
- Ortecho, R. A., & Sanchez, E. O. (2023). *Influencia de la relación agua/cemento y tipos de curado sobre la compresión, densidad, ataque de cloruros y sulfatos de un concreto estructural*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/16549>
- Pawar, Y., & Kate, S. (2020). Curing of concrete: a review. *Int. Res. J. Eng. Technol*, 7(1), 1820-1824. https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Shrikant-Kate/publication/344176273_Curing_of_Concrete_A_Review/links/5f58f70c4585154dbbc3dca8/Curing-of-Concrete-A-Review.pdf
- Portugal, P. (2016). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Lafayette.
- Prager, E. M., Chambers, K. E., Plotkin, J. L., McArthur, D. L., Bandrowski, A. E., Bansal, N., & Graf, C. (2019). Improving transparency and scientific rigor in academic publishing. *Journal of neuroscience research*, 97(4), 377-390. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jnr.24340>
- Puebla, C. (2010). *Método hipotético deductivo*. Universidad Valparaiso, Chile. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39596873/4-metodo-hipotetico-deductivo-libre.pdf?1446421025=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D4_metodo_hipotetico_deductivo.pdf&Expires=1689656550&Signature=gFxrRy2ZyNyjSuP9-L08nG6cmnZumQ4nks-RRUM0YFG
- Quintana, D. (2022). *Evaluación del revenimiento y la resistencia del concreto en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.14142/200>
- Raheem, A. A., Soyngbe, A. A., & Emenike, A. J. (2013). Effect of curing methods on density and compressive strength of concrete. *International Journal of Applied Science and Technology*, 3(4), 55-65. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Aa-Raheem->

- 2/publication/302415335_Effect_of_curing_methods_on_density_and_compressive_strength_of_concrete/links/5885f3c84585150dde4a7e01/Effect-of-curing-methods-on-density-and-compressive-strength-of-concrete.pdf
- Ramos, J. (2006). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Editorial Cámara Peruana de la Construcción CAPECO.
- Reyes, J. G., Campos, D. E., & Hernández, H. M. (2013). *Gerencia de proyectos. Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones*. Universidad de los Andes.
- Rivera, M. E. (2023). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ bajo distintos tipos de curado*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión]. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7660>
- Rivva, E. (2011). *Concretos de Alta Resistencia, 2da ed.* Instituto de la Construcción y Gerencia, Perú.
- Rodríguez, E., Hernández, L. F., & Muñoz, F. d. (2020). Resistencia a compresión versus tiempo de curado en concreto hidráulico a partir de cementos modificados. *Métodos Y Materiales*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/mym.v9i0.36101>
- Rojas, C., & Vasquez, E. (2022). *Determinación de la influencia del curado empleando concreto reciclado saturado y arcilla coccionada saturada en la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, frente a un curado tradicional, en la ciudad de Cajamarca 2022*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13922>
- Rojas, L. Y. (2021). *Influencia de los métodos de curado en la resistencia de losa de concreto de $F'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$, Lima - 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/78918>
- Rojas, S. R. (2021). *nfluencia del curado intermitente en obra por el método de aspersión en la resistencia a la compresión del concreto $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$, Huánuco-2021*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7664>
- Sainz-Aja, J. A., Setién, J., Polanco, J. A., Cimentada, A., Carrascal, I. A., & Thomas, C. (2020). 14 - Influence of curing conditions on recycled aggregate concrete. *Construction and Demolition Waste Recycling*, 1(1), 285-300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819055-5.00014-0>

- Salazar, S. L. (2023). *Concreto - Cesar Useche*. Bibliocad: https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/concreto_38689/
- Salinas, F. A., & Flores, H. (2024). Métodos de curado en la resistencia a la compresión y tracción del concreto de f_c 35 MPa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 8276-8304. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2
- Senamhi. (enero de 13 de 2025). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Estación Chota ubicada en las coordenadas Latitud 6°33'14.58", Longitud 78°40'33.15", a 2261 msnm*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Sharma, D., & Goyal, S. (2018). Accelerated carbonation curing of cement mortars containing cement kiln dust: An effective way of CO₂ sequestration and carbon footprint reduction. *Journal of Cleaner Production*, 192(1), 844-854. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.027>
- Tejada, L. A., & Córdoba, J. A. (2023). La Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó. *Ingeniería y Competitividad*, 25(2), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.11818>
- Ticlla, J. (2018). *Tecnología del concreto. Unidad 03: Diseño de mezclas y control dmi calidad del concreto*. Studocu: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-continental/consultoria/6-diseño-de-mezcla-parte-i/60150950>
- Torres, G. (2018). *Estudio de la variación de la resistencia en compresión en concretos $f_c=210$ kg/cm² para columnas a efectos del curado*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27366>
- Vargas, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 33(1), 155-165. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vega-Malagón, G., Ávila-Morales, J., Vega-Malagón, A. J., Camacho-Calderón, N., Becerril-Santos, A., & Leo-Amador, G. E. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15), 523-528. <https://doi.org/https://core.ac.uk/reader/236413540>
- Villegas, V. R., & Corrales, M. R. (2012). *Ventajas comparativas del curado de concreto con agua vs curado de concreto con productos químicos en la ciudad de Huaraz*

2012. [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2309>
- Wang, J., Long, G., Xiang, Y., Dong, R., Tang, Z., Xiao, Q., . . . Ma, K. (2022). Influence of rapid curing methods on concrete microstructure and properties: A review. *Case Studies in Construction Materials*, 17(1), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01600>
- Xu, L., Wang, J., Li, K., Li, M., Lin, S., Hao, T., . . . Ling, Z. (2023). Investigations on the rehydration of recycled blended SCMs cement. *Cement and Concrete Research*, 163(1), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2022.107036>
- Yuan, W., Yang, R., Yu, J., Zeng, Q., & Yao, Z. (2023). Control method of spray curing system for cement concrete members based on the AdaBoost.M1 algorithm. *Construction Innovation*, 23(1), 178-192.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/CI-07-2020-0124>
- Zambrano, L. D., Alava, R. J., Ruíz, W. E., & Menéndez, E. A. (2022). Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. *Gaceta Técnica*, 23(1), 1-13.
<https://doi.org/https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Influencia de tipos y tiempos de curado en la resistencia a la compresión del concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Chota, 2024

Tesista(s): Gisela Johana Herrera Campos

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Índice	Metodología
¿Cómo influye los tipos y tiempos de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, y el costo de producción del concreto en Chota, 2024?	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la influencia del tipo y tiempo de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Chota, 2024, con la finalidad de establecer el método de curado más adecuado que permita maximizar la resistencia del material y reducir costos de producción para construcciones de la ciudad de Chota.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Describir el proceso de hidratación del concreto observado en laboratorio de acuerdo al tiempo de fraguado, y el proceso de endurecimiento, para verificar si se han presentado fisuras en las probetas de concreto al ser sometidas a diferentes tipos de curado externo, como: curado por aspersión o tipo obra, curado por inmersión continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo o curado usando mantos, de acuerdo a los tiempos de endurecimiento de 3, 7, 14, 28 y 56 días en la ciudad de Chota. – Comparar la resistencia a compresión del concreto a los 3, 7, 14, 28 y 56 días de curado externo (curado por aspersión o tipo obra, curado por inmersión continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo o curado usando mantos). – Determinar los tiempos y tipos de curado externo más efectivos que, permitan minimizar los costos de producción y maximizar la eficiencia constructiva sin comprometer la resistencia del concreto en la ciudad de Chota. 	<p>H1: Los tipos y tiempos de curado del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Chota influyen en la resistencia a compresión del concreto y el costo de su producción.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Tipo y tiempo de curado</p>	Curadores	Curado por aspersión (tipo obra)	Lt/m3	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Cuasiexperimental</p> <p>de pretest y postest</p> <p>Muestra: 80 probetas de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, determinado por muestreo no probabilístico, curados a cuatro (4) tipos diferentes de curado externo [curado por aspersión (tipo obra), curado por inmersión continua en agua, expuesto a medio ambiente, recubrimiento húmedo (curado usando mantos)] y cinco tiempos de endurecimiento (3, 7, 14, 28 y 56 días) en Chota, Cajamarca. El concreto se ha elaborado con cemento Inka Tipo I, agregado fino de la cantera Conchán, agregado grueso de la cantera Chuyabamba y agua potable.</p>
					Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	Lt/m3	
					Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos o frazadas)	Lt/m3	
					T1= 3 días	Días	
					T1= 7 días	Días	
				Tiempos de curado	T1= 14 días	Días	
					T1= 28 días	Días	
					T1= 56 días	Días	
					Granulometría	%	
					Contenido de humedad	%	
				Propiedades de los agregados	Peso unitario	Kg/cm3	
					Peso específico	%	
					Absorción	%	
				Diseño de mezcla base	Cemento	%	
					Agregado fino	%	
Agregado grueso	%						
Resistencia a la compresión axial	Agua	R A/C					
	Resistencia a compresión por tipo de curado	Kg/cm2					
Costo de curación de concreto	Resistencia a compresión por tiempo de curado	Kg/cm2					
	Equipos y/o herramientas	S./					
	Materiales	S./					
					Mano de obra	S./	

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino



Fotografía 2. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino de la cantera Conchán



Fotografía 3. Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso de la cantera Chuyabamba



Fotografía 4. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso de la cantera Chuyabamba



Fotografía 5. Ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Chuyabamba



Fotografía 6. Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino de la cantera Conchán



Fotografía 7. Ensayo de peso específico para el agregado grueso de la cantera Chuyabamba



Fotografía 8. Ensayo de peso específico para el agregado fino de la cantera Conchán



Fotografía 9. Control de temperatura en el concreto en estado fresco



Fotografía 10. Control del asentamiento de la mezcla en el concreto en estado fresco



Fotografía 11. Proceso de elaboración de las probetas de concreto



Fotografía 12. Verificación del proceso de hidratación por medio de análisis del tiempo de fraguado en las probetas de concreto



Fotografía 13. Proceso de curado al aire libre expuesto al medio ambiente en las probetas de concreto



Fotografía 14. Proceso de curado con recubrimiento húmedo utilizando frazadas en las probetas de concreto



Fotografía 15. Proceso en el que se retira las probetas del método de curado en el que se encontraban para ser sometidas a rotura



Fotografía 16. Resistencia a compresión en probetas sumergidas por inmersión continua, a los 3 días



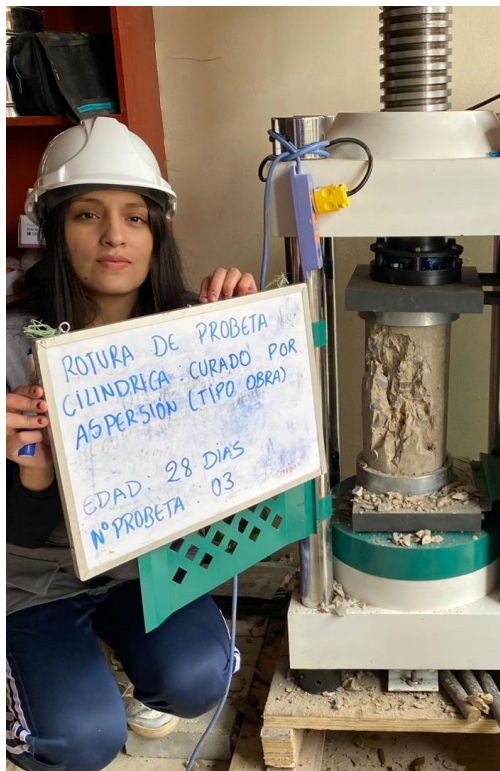
Fotografía 17. Vista de la fractura producida en la probeta de concreto luego del ensayo de resistencia



Fotografía 18. Ensayo de resistencia a compresión en las probetas expuestas al medio ambiente a los 14 días



Fotografía 19. Rotura de probetas que fueron sometidas a curado por aspersión (tipo obra) a los 28 días



Fotografía 20. Rotura de probetas a compresión que fueron sometidas a curado por aspersión (tipo obra) a los 56 días



**Anexo C. Datos Meteorológicos durante el periodo de curado para la estación Chota
de acuerdo a Senamhi (2025)**

ESTACIÓN CHOTA

Departamento :	CAJAMARCA	Provincia :	CHOTA	Distrito :	CHOTA
Latitud :	6°33'14.58"	Longitud :	78°40'33.15"	Altitud :	2261 msnm.
Tipo :	EMA - Meteorológica	Código :	4726C3E4		

N° de día	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/hora)	Humedad (%)
1	23/10/2024	13:00	17.3	0	75
2	24/10/2024	13:00	22.4	0	55
3	25/10/2024	13:00	23.4	0	47
4	26/10/2024	13:00	23.5	0	49
5	27/10/2024	13:00	23.6	0	51
6	28/10/2024	13:00	20.9	0	62
7	29/10/2024	13:00	20.9	0	58
8	30/10/2024	13:00	24.1	0	47
9	31/10/2024	13:00	24.8	0	44
10	01/11/2024	13:00	24.8	0	34
11	02/11/2024	13:00	20.9	0	42
12	03/11/2024	13:00	23.5	0	37
13	04/11/2024	13:00	26	0	27
14	05/11/2024	13:00	21.3	0	55
15	06/11/2024	13:00	24.3	0	46
16	07/11/2024	13:00	22.4	0	47
17	08/11/2024	13:00	23	0	30
18	09/11/2024	13:00	25	0	21
19	10/11/2024	13:00	25.5	0	23
20	11/11/2024	13:00	24	0	20
21	12/11/2024	13:00	22.8	0	23
22	13/11/2024	13:00	23.8	0	17
23	14/11/2024	13:00	23.1	0	19
24	15/11/2024	13:00	25.5	0	14
25	16/11/2024	13:00	24.9	0	29
26	17/11/2024	13:00	24.3	0	24
27	18/11/2024	13:00	25.5	0	19
28	19/11/2024	13:00	24	0	32

N° de día	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/hora)	Humedad (%)
29	20/11/2024	13:00	25.3	0	35
30	21/11/2024	13:00	19.3	0	38
31	22/11/2024	13:00	24.6	0	25
32	23/11/2024	13:00	22	0	51
33	24/11/2024	13:00	20.3	0.2	62
34	25/11/2024	13:00	21.2	0.2	57
35	26/11/2024	13:00	21.9	0	55
36	27/11/2024	13:00	17.1	0.2	83
37	28/11/2024	13:00	18	0	75
38	29/11/2024	13:00	17.7	0	72
39	30/11/2024	13:00	18.4	0	72
40	01/12/2024	13:00	20.7	0	58
41	02/12/2024	13:00	24.1	0	42
42	03/12/2024	13:00	22.4	0.2	51
43	04/12/2024	13:00	21	0	62
44	05/12/2024	13:00	20.1	0	63
45	06/12/2024	13:00	24.1	0.2	40
46	07/12/2024	13:00	23	0.2	41
47	08/12/2024	13:00	19.1	0.2	63
48	09/12/2024	13:00	16.5	0.2	72
49	10/12/2024	13:00	22	0.2	55
50	11/12/2024	13:00	18.1	0.2	79
51	12/12/2024	13:00	17.6	0.2	83
52	13/12/2024	13:00	17.9	0.5	74
53	14/12/2024	13:00	22.4	0	43
54	15/12/2024	13:00	23.6	0	31
55	16/12/2024	13:00	19.5	0	67
56	17/12/2024	13:00	20	0	64

Anexo D. Resultado de ensayos de laboratorio

D.1. Generalidades

a) Mano de obra

Los costos de mano de obra se han considerado de la tabla de salarios y beneficios sociales para el régimen de construcción civil del 01.06.2024 al 31.05.2025 (CAPECO, 2024).

- Operario= 12.69 soles
- Peón= 8.975 soles

b) Materiales

El costo de los materiales se ha considerado de acuerdo al precio que se ha requerido para la realización de la investigación:

- Agua potable puesta en obra = 16.95 soles/m³
- Manguera para agua con aspersor= 28 soles/ und
- Frazada o manta de hilo= 25 soles/und

c) Rendimiento de la mano de obra

El rendimiento de la mano de obra, se ha obtenido del compendio “Costos y presupuestos en edificaciones” de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO): (Ramos, 2006)

Tabla 63

Rendimientos de la Mano de Obra en el Proceso de Curado

Elemento estructural curado	Cuadrilla	Rendimiento	Unidad
Curado en columnas	0.1 operario + 1 peón	20	m ³ /día
Curado en vigas	0.1 operario + 1 peón	40	m ³ /día
Curado en losa aligerada	0.1 operario + 1 peón	50	m ³ /día
Curado en losa aligerada	0.1 operario + 1 peón	200	m ² /día

Nota: “Costos y presupuestos en edificaciones” de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) (Ramos, 2006).

D.2. Curado en columnas

a) Tipos de curado

En columnas solamente se puede replicar dos tipos de curado, el curado por aspersión con agua y el curado recubierto por frazadas, porque el curado por inmersión continua en agua no puede ser replicado para estos elementos, al ser elementos estructurales verticales de grandes dimensiones.

b) Aporte de los materiales

Aporte de frazadas

Una frazada de 2 plazas tiene 2.00 m de ancho x 2.10 m de largo.

Una columna presenta $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3$ (debido a que, el análisis se está realizando por m^3). Entonces para cubrir completamente una columna de tales dimensiones se requiere 5 m^2 de frazada, y considerando que, una tiene 4.20 m^2 , el aporte sería de 1.19, con la posibilidad de reutilizar estos materiales luego para otros usos, por lo que, se considerará un porcentaje de reducción del costo al 10%, considerando que el uso de cada frazada sería de 10 veces.

Figura 40

Cálculo del Aporte de Uso de la Frazada

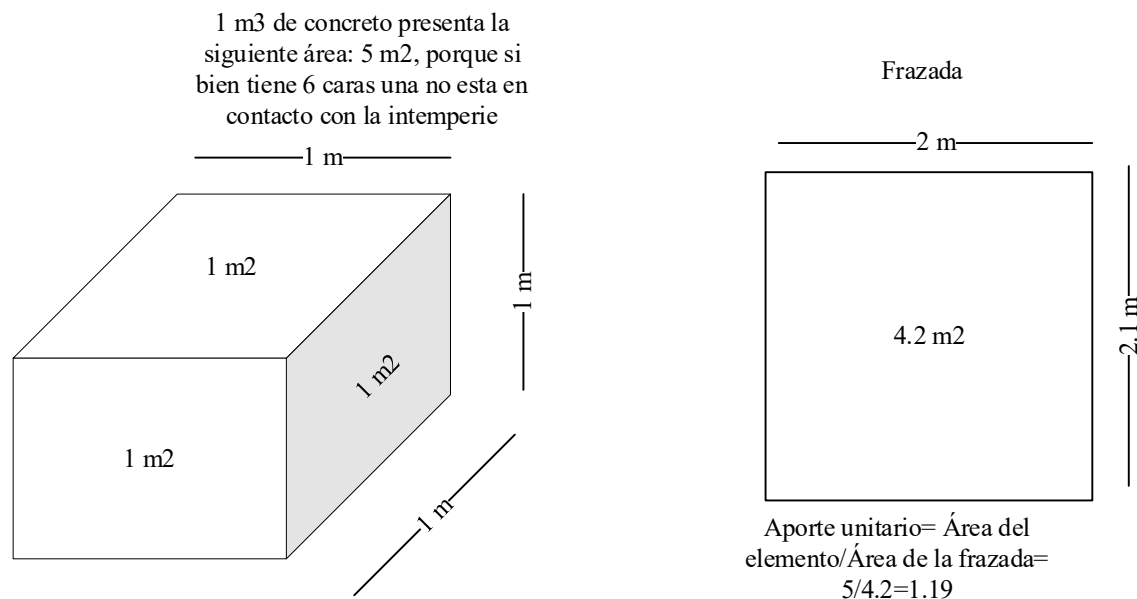


Tabla 65*Costo Unitario de Curado de Concreto en Columnas con Frazadas*

Partida:	2	CURADO DE CONCRETO CON FRAZADAS		Rendimiento:	20	m3/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
	OPERARIO	HH	0.1	0.0400	12.69	0.51
	PEÓN	HH	1	0.4000	8.975	3.59
						4.098
	Materiales					
	AGUA POTABLE PUESTA EN OBRA	m3		0.005	16.950	0.085
	FRAZADAS	Und		0.119	25.000	2.975
						3.060
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.098	0.123
						0.123
					Costo unitario por m3:	7.280

D.3. Curado en vigas**a) Tipos de curado**

En vigas solamente se puede replicar dos tipos de curado, el curado por aspersión con agua y el curado recubierto por frazadas, porque el curado por inmersión continua en agua no puede ser replicado para estos elementos, al ser elementos estructurales horizontales de grandes dimensiones.

b) Aporte de los materiales

El aporte de materiales es el mismo que, para columnas considerando las sugerencias dadas por Navarrete (2018).

c) Costo unitario

El costo unitario se ha determinado utilizando los rendimientos dados por CAPECO – 2006, los costos de mano de obra de la tabla salarios, los costos de materiales encontrados en la ciudad de Chota, y el aporte de materiales planteado preliminarmente.

Tabla 66*Costo Unitario de Curado de Concreto en Vigas por Aspersión con Manguera*

Partida:	CURADO DE CONCRETO POR ASPERSIÓN CON AGUA		Rendimiento:		40 m3/día	
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
	OPERARIO	HH	0.1	0.0200	12.69	0.25
	PEÓN	HH	1	0.2000	8.975	1.80
						2.049
Materiales						
	AGUA POTABLE PUESTA EN OBRA	m3		0.010	16.950	0.170
	MANGUERA	Und		0.010	28.000	0.280
						0.170
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.049	0.061
						0.061
Costo unitario por						
m3:						2.280

Tabla 67*Costo Unitario de Curado de Concreto en Vigas con Frazadas*

Partida:	CURADO DE CONCRETO CON FRAZADAS		Rendimiento:		40 m3/día	
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra						
	OPERARIO	HH	0.1	0.0200	12.69	0.25
	PEÓN	HH	1	0.2000	8.975	1.80
						2.049
Materiales						
	AGUA POTABLE PUESTA EN OBRA	m3		0.005	16.950	0.085
	FRAZADAS	Und		0.119	25.000	2.975
						3.060
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.049	0.061
						0.061
Costo unitario por						
m3:						5.170

D.4. Curado en losa

d) Tipos de curado

En losa se puede replicar tres tipos de curado, el curado por aspersión con agua, el curado recubierto por frazadas y el curado por inmersión continua en agua debido a que, según Navarrete (2018), este se replica con el método de curado con arrocera donde colocas cúmulos de arena gruesa para mantener el agua retenida en un espacio dado, y así la losa este sometida permanentemente al contacto con el agua.

e) Aporte de los materiales

Aporte de frazadas

Una frazada de 2 plazas tiene 2.00 m de ancho x 2.10 m de largo.

Una losa presenta en área $1\text{ m} \times 1\text{ m} = 2\text{ m}^2$. Entonces para cubrir completamente la losa se requiere 2 m² de frazada, y considerando que, una frazada tiene 4.20 m², el aporte sería de 0.476, con la posibilidad de reutilizar estos materiales luego para otros usos, por lo que, se considerará un porcentaje de reducción del costo al 10%, considerando que el uso de cada frazada sería de 10 veces.

Aporte de la manguera

Este equipo se adquiere una sola vez y luego sirve para todo el proceso constructivo por lo que, se considerará un aporte de 0.01, tal como sugiere Navarrete (2018).

Aporte de agua

De acuerdo a Navarrete (2018) y a lo observado en campo, a continuación, se colocan los aportes utilizados durante la investigación:

- Curado por inmersión continua en agua: 300 L/día
- Curado por aspersión con agua (tipo obra): 100 L/día
- Curado con recubrimiento húmedo (frazadas): 50 L/día

f) Costo unitario

El costo unitario se ha determinado utilizando los rendimientos dados por CAPECO – 2006, los costos de mano de obra de la tabla salarios, los costos de materiales encontrados en la ciudad de Chota, y el aporte de materiales planteado preliminarmente.

Tabla 68

Costo Unitario de Curado de Concreto en Losas por Aspersión con Manguera

Partida:	CURADO DE CONCRETO POR ASPERSIÓN CON AGUA		Rendimiento:		200	m2/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
	OPERARIO	HH	0.1	0.0040	12.69	0.05
	PEÓN	HH	1	0.0400	8.975	0.36
						0.410
	Materiales					
	AGUA POTABLE PUESTA EN OBRA	m3		0.010	16.950	0.170
	MANGUERA	Und		0.010	28.000	0.280
						0.170
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.410	0.012
						0.012
					Costo unitario por m2:	0.592

Tabla 69

Costo Unitario de Curado de Concreto en Losas con Frazadas

Partida:	CURADO DE CONCRETO CON FRAZADAS		Rendimiento:		200	m3/día
Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra					
	OPERARIO	HH	0.1	0.0040	12.69	0.05
	PEÓN	HH	1	0.0400	8.975	0.36
						0.410
	Materiales					
	AGUA POTABLE PUESTA EN OBRA	m3		0.005	16.950	0.085
	FRAZADAS	Und		0.048	25.000	1.191
						1.275
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.410	0.012
						0.012
					Costo unitario por m2:	1.697

Tabla 70*Costo Unitario de Curado de Concreto en Losas con Arrocera*

Código	Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Rendimiento:		Parcial S/.
				Cantidad	Precio S/.	
Partida: 3	CURADO DE CONCRETO CON ARROCERA				200 m3/día	
	Mano de obra					
	OPERARIO	HH	0.1	0.0040	12.69	0.05
	PEÓN	HH	1	0.0400	8.975	0.36
						0.410
	Materiales					
	AGUA POTABLE PUESTA EN OBRA	m3		0.030	16.950	0.509
	ARENA GRUESA	m3		0.020	80.000	1.600
						2.109
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.410	0.012
						0.012
					Costo unitario por m2:	2.531

Anexo E. Documentación

Documento 1: Autorización para realizar los ensayos de mecánica de materiales en laboratorio externo



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD
COORDINACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
"Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Chota, 28 de octubre del 2024

CARTA N°088- 2024-UNACH-CFCI-ENCHV

Señorita:
Gisela Johana Herrera Campos.
tesistas

ASUNTO : Autorización concedida.

Referencia : FUT N° 421-2024.

Me dirijo a usted para expresarle mi saludo cordial y manifestarle que cuenta con mi autorización para llevar a cabo sus ensayos de mecánica de materiales en el laboratorio CIEXLIAN S. R.L, ubicado en la ciudad de Chota, quedando bajo su responsabilidad presentar los documentos que expresan los resultados encontrados, en papel membretado con el logo de la empresa, debidamente firmados por el responsable técnico del laboratorio y visado por el dueño y/o representante legal de la empresa.

Sin otro particular, expreso las muestras de mi especial consideración y estima personal

Atentamente,

DR. ING. ELMER NATIVIDAD CHÁVEZ VÁSQUEZ
COORDINADOR DE LA FCI
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Documento 2: Certificados de INDECOPI e INACAL del laboratorio de mecánica de materiales



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Pierre FAU
20133840533 herd
Fecha: 30/05/2023 12:36:45-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00147604

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 012890-2023/DSD - INDECOPI de fecha 26 de mayo de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación CIEXLIAN CONSTRUYENDO SUEÑOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 42 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0000770-2023

Titular : CIEXLIAN S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 26 de mayo de 2023

Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

CIEXLIAN LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: qjgww2y00y

Pág. 1 de 1

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CALIBRATION CERTIFICATE



N° MCH - 214 - 2024

Expediente : TLPB-000070324-0000325

Fecha de emisión : 8/03/2024

1. Solicitante : CIEXLIAN S.R.L.

RUC : 20604291641

2. Descripción del equipo : MÁQUINA DE COMPRESIÓN CON CONTROL DE VELOCIDAD

Procedencia de Prensa : China

Marca de la Prensa : TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ

Modelo de Prensa : TYA-2000

Serie de la Prensa : 230801

Modelo de Indicador : NEWTON-100A

3. Lugar y fecha

Lugar : Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima

Fecha : 7/03/2024

4. Método de Calibración

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO N°	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	20211101	INF-LE 068-23A	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	V136007		

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. CIEXLIAN Y LABORATORIOS TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

Gerzo Renato Rodríguez Bazalar
Auxiliar de Metrología

Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP 348840

Ing. Diana S. Montenegro Carhuas
Jefe de Metrología



6. Condiciones Ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura °C	27.2	27.5
Humedad %	63%	64%

7. Resultados de la medición

TABLA N°1

SISTEMA DIGITAL "A" (kN)		SERIES VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" (kN)	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
		SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	
200.52	201.08	201.57	201.82	-0.52	-0.37	201.695	-0.44	
400.10	400.24	399.47	399.81	0.16	0.11	399.64	0.13	
800.12	800.81	798.73	799.40	0.17	0.18	799.07	0.18	
1200.33	1200.13	1200.41	1200.26	-0.01	-0.01	1200.34	-0.01	
1600.26	1600.47	1600.63	1600.66	-0.02	-0.01	1600.65	-0.02	
2000.64	2001.51	2000.04	2000.79	0.03	0.04	2000.42	0.03	

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = \text{Error (2)} - \text{Error (1)}$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

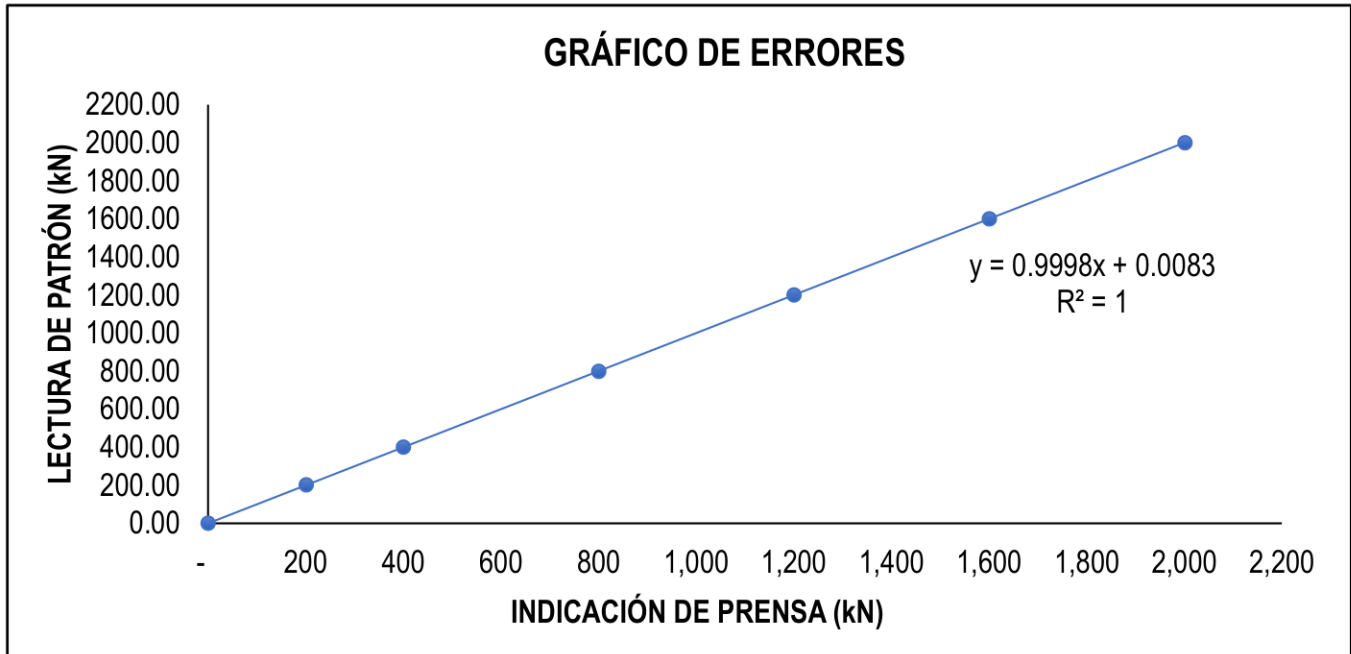
4.- Ecuación de ajuste: $y = 0.9998x + 0.0083$

Donde: Y: Lectura de Pantalla

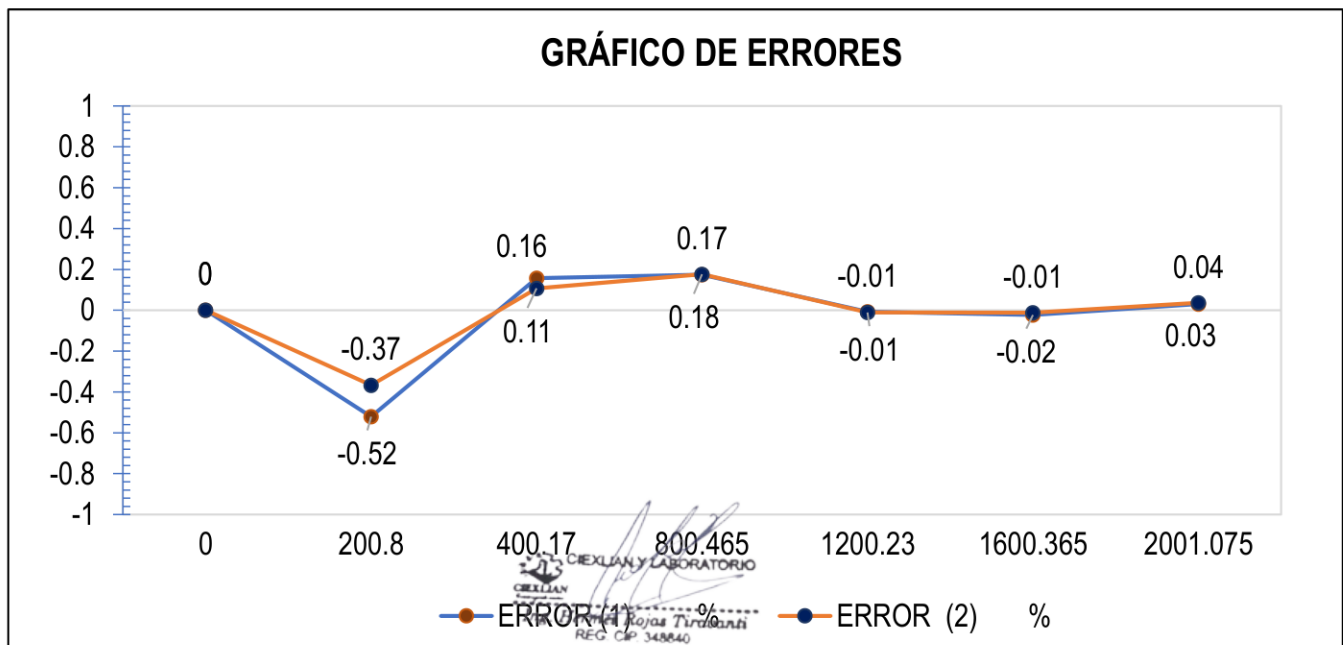
X: Fuerza promedio (kN)

CIEPLAN Y LABORATORIO
Ing. Hermán Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

GRÁFICA 1



GRÁFICA 2



8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.



INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 068 – 23 A


SOLICITANTE : **TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.**
Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima
Att: Jhon W. Díaz Alvarado

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga: TERRASERVICE
Modelo: ZYY-C-2000KN
Capacidad: 2000 kN
N° serie: 20211101
Indicador Digital: TERRASERVICE
Modelo: ZZY-C-2000kN-3584
N° serie: V136007
Resolución: 0.1kN

FECHA : San Miguel, 21 de marzo de 2023.




Ing. Daniel Torrealva D.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas


CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP 348840



CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta calibración fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el 21 de marzo de 2023.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : TERRASERVICE
- Modelo : ZYY-C-2000KN
- N° serie : 20211101
- Capacidad : 2000kN (nominal)

CIEXLIAN LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Turavanti
REG. CIP 348840

Indicador Digital:

- Marca : TERRASERVICE
- Model : ZZY-C-2000kN-3584
- N° serie : V136007
- Resolución : 0.1 kN

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 17 de junio de 2022.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, 200t
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN 700

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicado en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.



Celda calibrada: TERRASERVICE
N° serie: 20211101
Indicador Digital: TERRASERVICE
Modelo: ZYY-C-2000kN-3584

Capacidad: 2000kN
Modelo: ZYY-C-2000KN
N° serie: V136007
Resolución: 0.1 kN

Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN
Amplificador usado: MGCplus1 ch6
Informe de Calibración N° 2022-1 87747 de 17 de junio de 2022

Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania
Norma de referencia: ASTM E74-18
Fecha calibración: 2023-03-21
Ejecutores: M. Huamancayo P. - D. Llactahuaman M.

PATRON(CARGA) (kN)			INDICADOR DIGITAL TERRASERVICE (kN)		
99.86	99.85	99.86	100.8	100.4	100.2
199.63	199.61	199.62	200.6	200.4	200.4
299.43	299.39	299.41	301.4	300.4	301.0
399.25	399.20	399.23	400.9	400.9	401.1
499.10	499.03	499.07	502.2	501.4	501.8
598.97	598.89	598.94	602.2	601.8	602.4
698.87	698.78	698.84	702.6	702.3	702.9
798.80	798.69	798.76	803.1	802.9	803.6
898.75	898.63	898.70	903.6	903.8	904.6
979.23	979.10	979.18	984.6	984.6	985.8

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = 0.1301553355
B = 1.0037488470
C = 0.0000021568

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 0.3 kN
LLF = 0.7 kN
U = 3 kN

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital TERRASERVICE
La Incertidumbre expandida, para k=2, se ha calculado para 990 kN

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF-LE: 068-23 A



CEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP 348840

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM C – 128.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Molde Bronce: 40mm x 90 mm 75mm diámetro.

Pisón: 25mm x 168 mm, peso: 340gr.

NOMBRE DEL PRODUCTO: CONO DE ABSORCIÓN DE ARENAS CON PISÓN.


MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS106.

SERIE DEL PRODUCTO: 100

FECHA: 15/03/2024


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad


CIEPLAN LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravani
REG. CIP. 348840



CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que estar dentro de las tolerancias prescritas.


ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN: *Las fiolas de vidrio son graduadas y tienen divisiones circulares de numeración.*

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: *FIOLA DE VIDRIO DE 500ML*

MARCA DEL PRODUCTO: *PYS-LAB*

CODIGO DEL PRODUCTO: *1621A.500*

FECHA: 16/03/2024


CIEXLIAN LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP 348840


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2024/10/30
Solicitante **CIEXLIAN S.R.L.**
Dirección JR. SAN MARTIN NRO. 860 CENTRO CHOTA
CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA
Instrumento de medición **OLLA WASHINGTON**
Identificación NO INDICA
Marca
Modelo NO INDICA
Serie 17034
Tipo B
Rango 0 a 15 PSI
Lectura ANÁLOGO
Procedencia PERÚ
Ubicación Laboratorio de Concreto
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración 2024/10/30
Método/Procedimiento de calibración
La calibración se realiza de acuerdo a la Norma ASTM C-231.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP 348840

ARSOU GROUP S.A.C.
Gustav Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
TEST & CONTROL	ECONO-CAL	TC-16780-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19 °C	Final: 19 °C
Humedad Relativa	Inicial: 76 %hr	Final: 76 %hr

Resultados

TABLA N° 01

PUNTO INICIAL

Tipo A	Tipo B
Flecha Amarilla	0
	-1
	-2
	-3
	-4
	-5

TABLA N° 01

LECTURA PATRÓN

Verificación de la Lectura del Manómetro (5%)

Lectura	%	% Patrón	Diferencia en %
1	5	4.77	0
2	5	5.03	0

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Fin de documento

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

ARSOU GROUP S.A.C.
Joseph Andres Arevalo Flores
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2024/09/23
Solicitante	CIEXLIAN S.R.L.
Dirección	JR. SAN MARTIN NRO. 860 CENTRO CHOTA CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA , Chota , Chota
Instrumento de medición	TERMÓMETRO
Identificación	NO INDICA
Marca	WMETERS
Modelo	TP-101
Serie	241729
Indicador	DIGITAL
Alcance	-50 °C a 300 °C
Resolución	0.1 °C
Sensor	VASTAGO
Procedencia	CHINA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2024/09/23

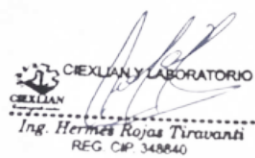
Método/Procedimiento de calibración
Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012 ,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto
Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Joshep Andres Arevalo Flores
MÉTROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19 °C	Final: 19 °C
Humedad Relativa	Inicial: 75 %hr	Final: 75 %hr

Resultados

TEMPERATURA			
	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Patrón	Corrección °C
N° 01	111.3	111.1	-0.2
N° 02	112.0	112.1	0.1
N° 03	112.2	112.2	0.0

Corrección en la Lectura (°C) ± 0.15

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Fin de documento

CIEPLAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

ARSOU GROUP S.A.C.
Joshep Andres Arevako Flores
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2024/09/05

Solicitante **CIEXLIAN S.R.L.**

Dirección JR. SAN MARTIN NRO. 860 CENTRO CHOTA
CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA -
CAJAMARCA , Chota , Chota

Instrumento de medición **CANASTILLA PARA DENSIDAD**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 659

Malla N° 8

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ


Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2024/09/05

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.


CIEXLIAN LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravani
REG. CIP. 348840


Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.




ARSOU GROUP S.A.C.
Josep Andres Arevalo Flores
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 16 °C	Final: 16 °C
Humedad Relativa	Inicial: 80 %hr	Final: 80 %hr

Resultados

TABLA N° 01
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	2.29	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 2	2.31	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 3	2.33	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 4	2.35	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 5	2.29	2.36mm	+/- 0.08 mm

PROMEDIO	2.31	:	OK
----------	------	---	----



Fin de documento

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP 348840

ARSOU GROUP S.A.C.
Josep Andres Arevako Flores
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2024/09/05

Solicitante CIEXLIAN S.R.L.

Dirección JR. SAN MARTIN NRO. 860 CENTRO CHOTA
CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA -
CAJAMARCA , Chota , Chota

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g
Resolución

División de verificación 1 g
(e)

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante PATRICKS

Modelo NO INDICA

N° de serie 70047

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2024/09/05

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)


Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.




CIEXLIAN LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravara
REG. CIP. 348840

ARSOU GROUP S.A.C.

Josep Andres Arevalo Flores
METROLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1045-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1044-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1046-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1047-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1048-MPES-C-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 16 °C Final: 16 °C
Humedad Relativa Inicial: 80 %hr Final: 80 %hr


Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0.005	-0.002	30000	-0.001	0.002
2	15000	0.008	-0.003	30000	-0.003	0.005
3	15000	0.006	-0.003	30000	0.004	0.006
4	15000	0.007	0.009	30000	0.006	0.009
5	15000	0.008	0.006	30000	0.008	-0.002
6	15000	0.005	0.011	30000	0.005	-0.003
7	15000	0.004	0.012	30000	0.002	-0.005
8	15000	0.012	-0.009	30000	0.006	0.006
9	15000	0.009	-0.007	30000	-0.004	0.007
10	15000	0.008	0.004	30000	-0.002	0.007

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5




OIE XLIAN Y LABORATORIO
Ing. Herminio Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

ARSOU GROUP S.A.C.

Josep Andrés Arevalo Flores
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	500	500	0.002	0.003	10000	10001	0.004	0.001	-0.002
2		500	0.006	0.002		10000	0.002	0.005	-0.003
3		500	0.004	-0.002		10000	0.006	0.003	0.004
4		500	0.005	-0.003		10001	0.005	0.004	-0.001
5		500	0.003	0.007		10000	0.003	0.002	-0.001

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.004	0.001	0.002					
5	5	0.006	0.001	0.003	5	0.006	-0.002	0.004	0.1
10	10	0.008	-0.002	0.008	10	0.004	0.003	0.009	0.1
50	50	0.011	0.002	-0.005	50	0.002	0.004	0.006	0.1
100	100	0.009	0.004	-0.002	100	0.007	0.005	-0.001	0.1
500	500	0.005	0.006	0.007	500	0.006	-0.003	0.007	0.2
1000	1000	0.002	-0.005	0.006	1000	0.009	0.004	-0.002	0.2
5000	5000	0.003	0.008	0.005	5000	0.004	0.006	0.006	0.5
10000	10000	0.004	0.003	0.003	10000	0.003	0.005	0.008	0.5
20000	20001	0.009	0.002	0.008	20001	0.006	0.004	0.014	0.5
30000	30000	0.013	0.006	0.011	30000	0.008	0.002	0.018	0.5

Legenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.40167 \text{ g}^2 + 0.000000003543 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.000060109 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza : (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento



ARSOU GROUP S.A.C.
Josep Andrés Arevalo Flores
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Anexo F. Resultado de ensayos de laboratorio

DISEÑO DE MEZCLA F'C= 210 Kg/cm²

TESIS

“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS



Chota, Perú del 2024



MÉTODO DE DISEÑO ACI - (Comité 211)

DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS	INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm ² , CHOTA, 2024		
SOLICITANTE	GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS		
CANTERA	AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA		
MATERIAL	ARENA Y PIEDRA CHANCADA		
ESTRUCTURA	DIFERENTES ESTRUCTURAS		
Tam.Max.	1"		FECHA INFORME

DATOS		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO		
F'c(Diseño)	210	Kg/cm ²
Seguridad	84	Kg/cm ²
Resistencia Requerida f'cr	294	Kg/cm ²

CEMENTO INKA TIPO I		
TIPO I	42.5	Kg
Peso Específico	3.1	gm/cm ³

AGREGADO FINO		
Peso Específico	2.56	gr/cm ³
Peso Unitario Compactado	1508	Kg/m ³
Peso Unitario Suelto	1382	Kg/m ³
Absorción	2.2	%
Humedad	2.54	%
Modulo de Finura	2.27	

AGREGADO GRUESO		
Tam.Max.Nominal	3/4	Pulg
Peso Específico	2.59	gr/cm ³
Peso Unitario Compactado	1541	Kg/m ³
Peso Unitario Suelto	1390	Kg/m ³
Absorción	0.92	%
Humedad	2.27	%

ADITIVO		
Aporte de Aditivo		
Peso Específico		

PROCESAMIENTO		
Asentamiento	3"- 4"	pulg
Volumen Unitario de Agua	205.00	lt/m ³
Contenido de Aire	2.00	%
Relación a/c Resistencia	0.56	A/C
Contenido del Agregado Grueso	0.603	m ³
Peso Agregado Grueso	929.25	kg/m ³
Factor Cemento	367.12	kg/m ²
Factor Cemento	8.64	Bolsa/m ³

VOLÚMENES ABSOLUTOS		
Cemento	0.118	m ³
Agua	0.205	m ³
Aire	0.02	m ³
Agregado Grueso	0.358	m ³
Sub total	0.702	m ³

CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
Volumen Absoluto Fino	0.298	m ³
peso Fino Seco	763.352	kg/m ³

PESOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO		
Cemento	367.12	kg/m ³
Agua de diseño	205.00	lt/m ³
Agregado Fino Seco	763.35	kg/m ³
Agregado Grueso Seco	929.2534874	kg/m ³

CORRECCIÓN POR HUMEDAD		
Agregado Fino	782.741	kg/m ³
Agregado Grueso	950.348	kg/m ³

HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS		
Agregado Fino	0.291	%
Agregado Grueso	1.350	%

APORTES HUMEDAD DE LOS AGREGADOS		
Agregado Fino	2.218	lt/m ³
Agregado Grueso	12.545	lt/m ³
Aporte de Humedad	14.763	lt/m ³
Agua Efectiva	190.24	lt/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	367.12	kg/m ³
Agua Efectiva	190.24	lt/m ³
Agregado Fino Húmedo	782.74	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	950.35	kg/m ³

RESULTADOS FINALES

PROPORCIÓN EN PESO			
CEMENTO	AG.FINO	AG.GRUESO	AGUA
1	2.13	2.59	22.02 lt/bolsa
PROPORCIÓN EN VOLUMEN			
CEMENTO	AG.FINO	AG.GRUESO	AGUA
1	2.31	2.79	23.73 LT
PESO POR TANDA			
CEMENTO (Kg/Bolsa)	AG.FINO (Kg /Bolsa)	AG.GRUESO (Kg/Bolsa)	AGUA(Kg/bolsa)
42.5 kg/bolsa	96.38	118.74	22.02
CANTIDAD EN OBRA			
CEMENTO (Bolsa)	AG.FINO (Balde)	AG.GRUESO (Balde)	AGUA(Balde)
1	3.64	4.40	1.22

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

TESIS

“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$, CHOTA, 2024”

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS



Chota, Perú del 2024



HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS

(NTP 339.185)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS

INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

CANTERA

AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA (PIEDRA CHANCADA)

MATERIAL

ARENA Y PIEDRA CHANCADA

ESTRUCTURA

DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tam.Max.Nominal.

3/4"

FECHA INFORME

22/12/2024

HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO

TARRO	T7	T30		PROMEDIO %
TARRO + SUELO HÚMEDO	1008.00			
TARRO + SUELO SECO	976			
AGUA	32.00			
PESO DEL TARRO	101			
PESO DEL SUELO SECO	1260			
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.54%			

HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO

TARRO	T1	T2		PROMEDIO %
TARRO + SUELO HÚMEDO	3443			
TARRO + SUELO SECO	3372			
AGUA	71.44			
PESO DEL TARRO	225			
PESO DEL SUELO SECO	3147			
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.27%			

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Gilmer Joel Vasquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NTP 400.012 - AGREGADO GRUESO)**

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
20604291641 CEL:950589432
CORREO:ciexlianlab@gmail.com

RUC :

Pag:

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CANTERA CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME: 22/12/2024

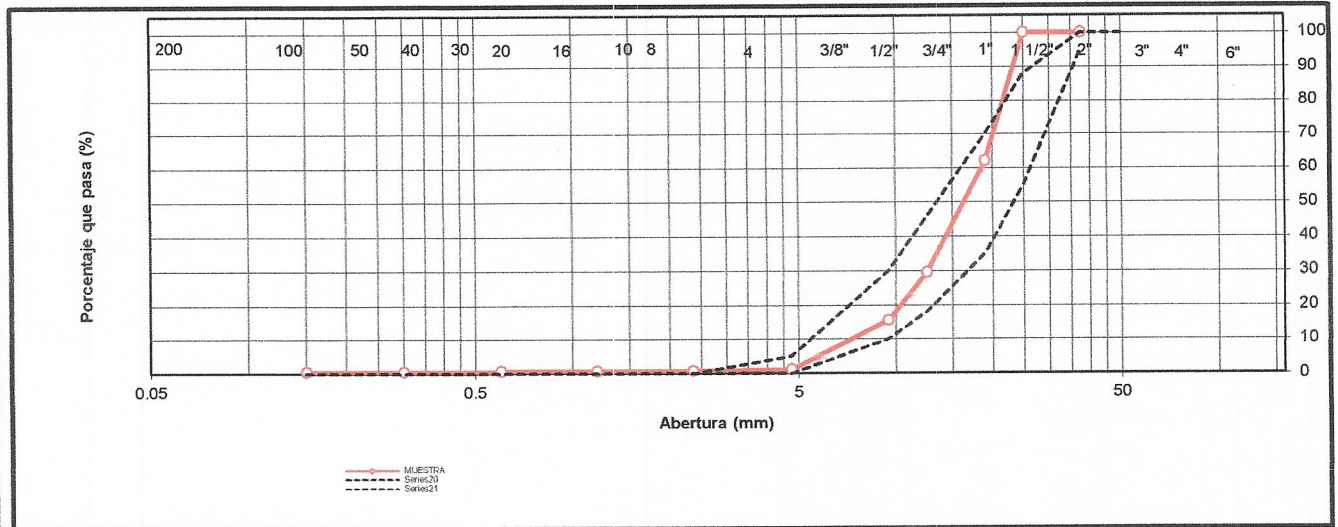
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra/Calicata: AGREGADO GRUESO - HUSO # 467

Tamaño Máximo: 1" **Peso Inicial Seco:** 4600 gr.

TAMIZ A.S.T.M	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ASTM		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						LIM INF	LIM SUP	
4"	101.600	0	0.00	0.00	100.00	100	100	OBSERVACIONES : Bolonería 4" - 3" : 0.00 % Grava 3" - N° 4 : 98.78 % Arena N°4 - N° 200 : 0.65 % Finos < N° 200 : 0.57 % A. gruesa N° 4 - N° 10 : 0.48 % A. media N° 10 - N° 40 : 0.11 % A. fina N° 40 - N° 200 : 0.07 %
3"	75.000	0	0.00	0.00	100.00	100	100	
2 1/2"	63.500	0	0.00	0.00	100.00	100	100	
2"	50.000	0	0.00	0.00	100.00	100	100	
1 1/2"	37.500	0	0.00	0.00	100.00	95	100	
1"	25.000	0	0.00	0.00	100.00	55	88	
3/4"	19.000	1744.0	37.91	37.91	62.09	35	70	
1/2"	12.500	1500.0	32.61	70.52	29.48	18	46	
3/8"	9.500	645.0	14.02	84.54	15.46	10	30	
N° 4	4.750	655.0	14.24	98.78	1.22	0	5	
N° 8	2.360	21.0	0.46	99.24	0.76	0	0	CARACTERÍSTICAS:
N° 16	1.190	2.0	0.04	99.30	0.70	0	0	
N° 30	0.600	2.0	0.04	99.37	0.63	0	0	
N° 50	0.300	1.0	0.02	99.39	0.61	0	0	
N° 100	0.150	2.0	0.04	99.43	0.57	0	0	
< N° 200	FONDO	8.00	0.17	99.61	0.39	TMN	3/4"	
						TMN	1"	

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA - HUSO # 467



OBSERVACIONES: Tamaño Máximo de partículas: 1"

Técnico de Laboratorio: Hermes Rojas Tiravanti

Firma: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Gilmer Yoel Yásquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CANTERA CONCHAN

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME: 22/12/2024

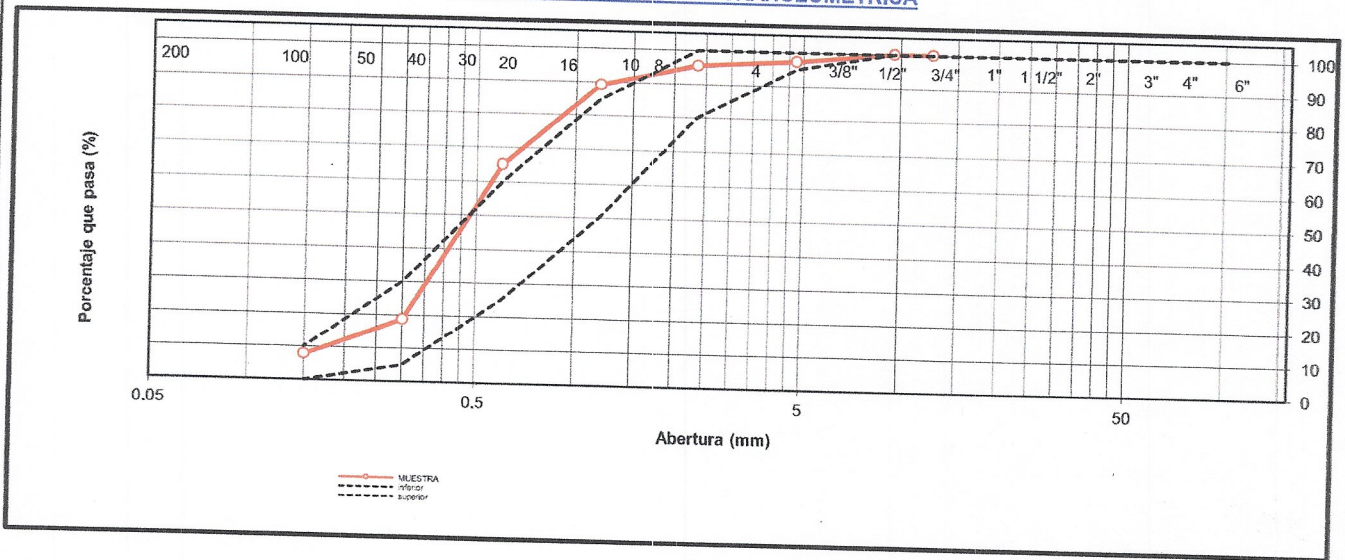
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra/Calicata: AGREGADO FINO

Tamaño Máximo: 3/8" **Peso Inicial Seco:** 1000 gr.

TAMIZ A.S.T.M	ABERTURA (mm)	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ASTM		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	LIM INF	LIM SUP	
4"	101.600	0.0						OBSERVACIONES :
3"	75.000	0.0				100	100	
2 1/2"	63.500	0.0				100	100	
2"	50.000	0.0				100	100	
1 1/2"	37.500	0.0				100	100	
1"	25.000	0.0				100	100	
3/4"	19.000	0.0				100	100	
1/2"	12.500	0.0				100	100	
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00		100.00	100	CARACTERÍSTICAS:
Nº 4	4.750	27.2	2.72	2.72		100.00	100	
Nº 8	2.360	18.6	1.86	4.58		95.42	100	
Nº 16	1.190	62.8	6.28	10.86		89.1	100	
Nº 30	0.600	241.1	24.11	34.97		65.03	60	
Nº 50	0.300	464.9	46.49	81.46		18.54	30	
Nº 100	0.150	109.0	10.90	92.36		7.64	10	
< Nº 200	FONDO	2.9	0.29	95.37		4.63		
						MF	2.27	
						TMN	-	

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Tamaño Máximo de partículas: 3/8"

Técnico de Laboratorio: Hermes Rojas Tiravanti

Firma:



PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.017)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS	INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm ² , CHOTA, 2024		
SOLICITANTE	GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS		
CANTERA	CONCHAN		
MATERIAL	ARENA ZARANDEADA (AGREGADO FINO)		
USO	AGREGADO PARA CONCRETO		
ESTRUCTURA	DIFERENTES ESTRUCTURAS		
Tam.Max.Nominal.	3/8"	FECHA INFORME	22/12/2024

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UNID	ENSAYOS		
		N°1	N°2	N°3
NÚMERO DE ENSAYOS				
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr	30729	30518	30598
PESO DEL MOLDE	gr	13104	13104	13104
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr	17625	17414	17494
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	12666.9	12666.9	12666.9
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1.391	1.37	1.38
PROMEDIO		1.382 kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UNID	ENSAYOS		
		N°1	N°2	N°3
NÚMERO DE ENSAYOS				
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr	32361.00	32063	32175.25
PESO DEL MOLDE	gr	13104.00	13104	13104
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr	19257.00	18959	19071.25
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	12666.9	12666.9	12666.90
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1.52	1.50	1.51
PROMEDIO		1.508 kg/m ³		

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Gilmer Yoel Vázquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840



PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS

(NTP 400 .017)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS	INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm ² , CHOTA, 2024		
SOLICITANTE	GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS		
CANTERA	CHUYABAMBA		
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA (AGREGADO GRUESO)		
USO	AGREGADO PARA CONCRETO		
ESTRUCTURA	DIFERENTES ESTRUCTURAS		
Tam.Max.Nominal.	3/4"	FECHA INFORME	22/12/2024

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	UNID	ENSAYOS		
		N°1	N°2	N°3
NÚMERO DE ENSAYOS				
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr	30750	30710	30690
PESO DEL MOLDE	gr	13104	13104	13104
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr	17646	17606	17586
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	12666.9	12666.9	12666.9
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1.393	1.390	1.388
PROMEDIO		1.390 kg/m³		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	UNID	ENSAYOS		
		N°1	N°2	N°3
NÚMERO DE ENSAYOS				
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr	32618.00	32645	32610
PESO DEL MOLDE	gr	13104.00	13104	13104
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr	19514.00	19541	19506
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	12666.9	12666.9	12666.90
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1.541	1.543	1.540
PROMEDIO		1.541 kg/m³		

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO

 Gilmer Yoel Vázquez Saldaña
 TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO

 Ing. Hermes Rojas Tiravanti
 REG. CIP. 348840



DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.
(NTP 400.021)

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.
(NTP 400.020)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS

INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

CANTERA

CONCHAN

MATERIAL

AF.CONCHAN - AG.CHIMCHIM (PIEDRA CHANCADA)

USOS

AGREGADO PARA CONCRETO

ESTRUCTURA

DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tam.Max.Nominal.

3/4"

FECHA INFORME

22/12/2024

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Peso Mat Sat Sup Seca (sss)	A	500.0			
Peso Frasco +Agua	B	1271.0			
Peso Frasco + Agua +Muestra (sss)	C	1580.0			
Peso Material Seco	D	489.0			
Peso Especifico de Masa	D/(B+A-C)	2.560			
Peso Especifico de SSS	A/(B+A-C)	2.618			
Peso Especifico Aparente	D/(B+D-C)	2.717			
Absorción	100*(A-D/D)	2.2			

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Peso de la Muestra (sss)	A	1085.5	1202.3	1215.0	
Peso de la Muestra (sss) Sumergida	B	670.1	744.1	746.8	
Peso Muestra Secada en el horno	C	1077.0	1191.1	1202.5	
Peso Especifico de Masa	C/(A-B)	2.59	2.60	2.57	
Peso Especifico de SSS	A/(A-B)	2.613	2.624	2.595	
Peso Especifico Aparente		2.647	2.665	2.639	
Absorción	100*(A-D/D)	0.79%	0.94%	1.04%	0.92%

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO

 CIEXLIAN
 Gilmer Joel Vásquez Saldaña
 TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO

 CIEXLIAN
 Ing. Hermes Rojas Tiravanti
 REG. CIP. 348840



**DESGASTE POR ABRASIÓN
(NTP 400.019)**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS	INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm ² , CHOTA, 2024		
SOLICITANTE	GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS		
CANTERA	CHUYABAMBA		
MATERIAL	AG.(PIEDRA CHANCADA)		
USOS	AGREGADO PARA CONCRETO		
ESTRUCTURA	DIFERENTES ESTRUCTURAS		
Tam.Max.Nominal.	3/4"	FECHA INFORME	22/12/2024

ENSAYO DE ABRASIÓN

PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESOS Y GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA EN ENSAYO (gs)			
		A	B	C	D
mm	mm				
11/2	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"			2500.00	
1/2"	3/8"			2500.00	
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
PESO MUESTRA ANTES DE ENSAYO				5000.00	
PESO MUESTRAS DESPUÉS DEL ENSAYO				3800.00	
PERDIDA MUESTRA DESPUÉS DE ENSAYO				1200.00	
% DE ABRASIÓN				24.00	

Técnico de Laboratorio: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Gilmer Yoel Vázquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Helmer Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

TESIS

“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F’C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”

TIPO DE CURADO

EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE (EN SECO)

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS



Chota, Perú del 2024



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)**

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACION	DISEÑO DE MEZCLA	CARGA		DIAMETRO	RESISTENCIA		PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
							KG	ROTURA		Máxima Alcansada	%		
1		23/10/2024	27/10/2024	3	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	23464.75	15.00	15.00	132.78	63	c	
2		23/10/2024	27/10/2024	3	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	20662.93	15.00	15.00	116.93	56	b	
3		23/10/2024	27/10/2024	3	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	23783.90	15.00	15.00	134.59	64	b	
4		23/10/2024	27/10/2024	3	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	23256.93	15.00	15.00	131.61	63	b	

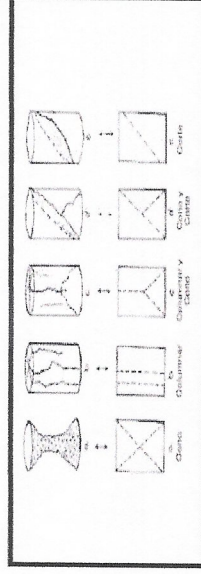
MARCA DE EQUIPO:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%




CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Ing. **Hermes Rojas Tiravanti**
 REG. CIP. 348840



CIEXLIAN
CONCRETO Y MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACION	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA		DIAMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
							ROTURA KG			Máxima Alcanzada kg./cm ²			
1		23/10/2024	30/10/2024	7	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	26463.25		15.00	149.75		71	b
2		23/10/2024	30/10/2024	7	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	27476.36		15.00	155.48		74	c
3		23/10/2024	30/10/2024	7	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	27053.30		15.00	153.09		73	c
4		23/10/2024	30/10/2024	7	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	28218.56		15.00	159.68		76	c

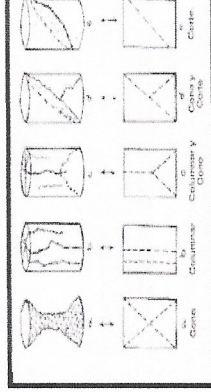
OBSERVACIONES:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiruvanti
REG. CP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gimber - Ingeniería y Construcción
TECNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TECIS: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2, CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACION	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm2	CARGA ROTURA KG	DIAMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
			Máxima					Alcansada			
								kg./cm ²			
1	23/10/2024	6/11/2024	14	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	31395.19	15.00	177.66		85	c
2	23/10/2024	6/11/2024	14	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	31417.45	15.00	177.79		85	b
3	23/10/2024	6/11/2024	14	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	32593.84	15.00	184.44		88	b
4	23/10/2024	6/11/2024	14	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	31454.56	15.00	178.00		85	b

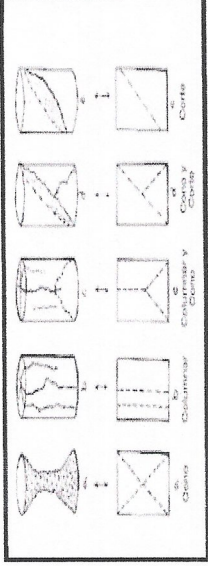
OBSERVACIONES:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. *Hermes Rojas Tiravanti*
REG. CIP: 346840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. *Gilmer Tor Viquez Salazar*
TECNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA		EDAD (días)	IDENTIFICACION	DISEÑO DE MEZCLA		CARGA		DIAMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE		TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA			DE MEZCLA Kg/cm ²	ROTURA KG	Máxima Alcansada kg./cm ²	%						
	1	23/10/2024	20/11/2024	28	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	35792.74	15.00	202.55	96	c				
	2	23/10/2024	20/11/2024	28	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	35974.58	15.00	203.57	97	b				
	3	23/10/2024	20/11/2024	28	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	35770.47	15.00	202.42	96	c				
	4	23/10/2024	20/11/2024	28	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	35725.94	15.00	202.17	96	b				

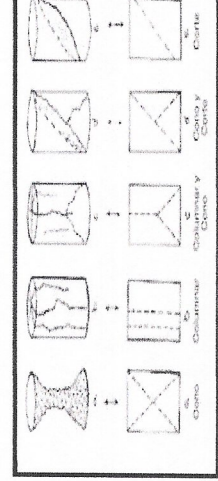
OBSERVACIONES:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348640

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
TÉCNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TEMA: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
								Máxima	Alcansada kg./cm ²		
1	23/10/2024	18/12/2024	56	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	40731.66	15.00		230.49	110	c
2	23/10/2024	18/12/2024	56	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	40357.29	15.00		228.38	109	b
3	23/10/2024	18/12/2024	56	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	40765.50	15.00		230.69	110	c
4	23/10/2024	18/12/2024	56	Expuesto al medio ambiente (en seco)	210	41003.00	15.00		232.03	110	b

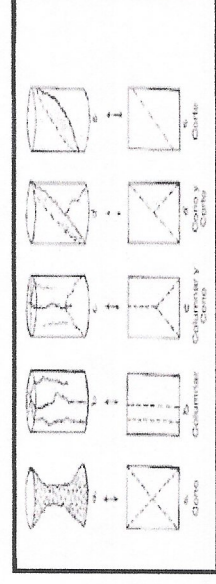
MARCA DE EQUIPO:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Ing. Héctor Rojas Tiravanti
 REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Ingeniería y Laboratorio
 TECNICO EN LABORATORIO

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

TESIS

“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F’C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”

TIPO DE CURADO

RECUBRIMIENTO HÚMEDO (CURADO USANDO
MANTOS DE FRAZADAS)

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS



Chota, Perú del 2024



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA	FECHA	EDAD	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO	CARGA	DIÁMETRO	RESISTENCIA	PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA	(días)	DESCRIPCIÓN	DE MEZCLA	ROTURA	cm	Máxima Alcanzada	%	
1		23/10/2024	27/10/2024	3	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	27558.00	15.00	155.95	74	b
2		23/10/2024	27/10/2024	3	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	26184.92	15.00	148.18	71	c
3		23/10/2024	27/10/2024	3	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	29042.40	15.00	164.35	78	b
4		23/10/2024	27/10/2024	3	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	27194.32	15.00	153.89	73	b

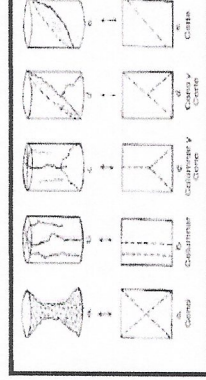
MARCA DE EQUIPO:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Ing. Hermes Rojas Travanth
 REG. CIP: 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Gilmer Yael Vásquez Saldaña
 TÉCNICO EN LABORATORIO



CIEXLIAN
CONCRETO Y SUELOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950569432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN DESCRIPCIÓN	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
								Máxima Alcanzada kg./cm ²			
1	23/10/2024	30/10/2024	7	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	31636.40	15.00	179.03		85	b
2	23/10/2024	30/10/2024	7	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	30894.20	15.00	174.83		83	b
3	23/10/2024	30/10/2024	7	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	32378.61	15.00	183.23		87	b
4	23/10/2024	30/10/2024	7	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	29643.59	15.00	167.75		80	c

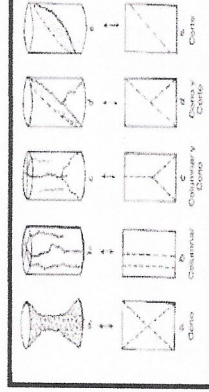
OBSERVACIONES:

_____ Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: GILMER YOEL VÁSQUEZ SALDAÑA

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hérmes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Yoel Vásquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024
UBICACIÓN: CHOTA
CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

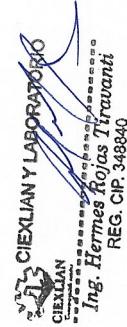
PROBETA	N°	FECHA		EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA	CARGA		DIÁMETRO	RESISTENCIA		PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA				ROTURA	KG		Máxima Alcanzada	kg./cm ²		
1		23/10/2024	6/11/2024	14	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	38570.28	15.00	15.00	218.26	104	c	
2		23/10/2024	6/11/2024	14	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	38067.42	15.00	15.00	215.42	103	b	
3		23/10/2024	6/11/2024	14	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	38785.50	15.00	15.00	219.48	105	b	
4		23/10/2024	6/11/2024	14	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	37765.50	15.00	15.00	213.71	102	b	

OBSERVACIONES:

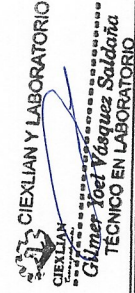
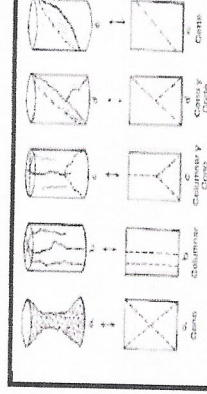
Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: GILMER YOEL VÁSQUEZ SALDAÑA

Firma: _____



EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%





CIEXLIAN
Científica S.A.S.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)**

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA	FECHA	EDAD	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO	CARGA		DIÁMETRO	RESISTENCIA		PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA	ROTURA			KG	Máxima Alcanzada		%			
1		23/10/2024	20/11/2024	28	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	46815.96	15.00	264.92	126	b		
2		23/10/2024	20/11/2024	28	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	45380.82	15.00	256.80	122	b		
3		23/10/2024	20/11/2024	28	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	46945.50	15.00	265.66	127	b		
4		23/10/2024	20/11/2024	28	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	44402.64	15.00	251.27	120	c		

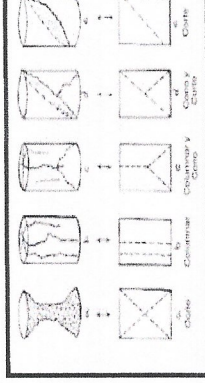
OBSERVACIONES:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hernán Rojas Tiravanti
REG. CIP: 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Joel Vasquez Soldado
TÉCNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN AÉREOS - TAYAL BAJO SE	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
								Máxima Alcanzada kg./cm ²			
1	23/10/2024	18/12/2024	56	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	50020.80	15.00	283.06		135	b
2	23/10/2024	18/12/2024	56	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	49001.82	15.00	277.29		132	b
3	23/10/2024	18/12/2024	56	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	49559.76	15.00	280.45		134	b
4	23/10/2024	18/12/2024	56	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	210	48917.16	15.00	276.81		132	c

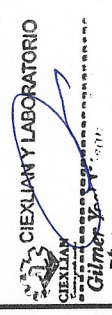
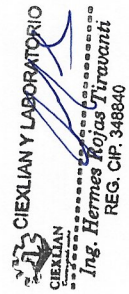
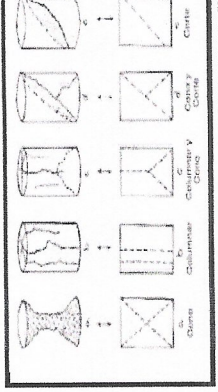
MARCA DE EQUIPO:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD (días)	RESISTENCIA MÍNIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

TESIS

“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F’C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”

TIPO DE CURADO

CURADO POR INMERSIÓN CONTINUA EN
AGUA (TIPO PROBETAS DE LABORATORIO)

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS



Chota, Perú del 2024



CIEXLIAN
CONCRETO Y SUELOS

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)**

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA	FECHA	EDAD	IDENTIFICACION	DISEÑO DE MEZCLA	CARGA ROTURA	DIAMETRO	RESISTENCIA		PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA	(días)					DRSCRIPCION	Kg/cm ²		
1		23/10/2024	27/10/2024	3	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	29580.00	15.00	167.39	80	c	
2		23/10/2024	27/10/2024	3	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	29050.62	15.00	164.39	78	b	
3		23/10/2024	30/10/2024	3	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	31405.80	15.00	177.72	85	b	
4		23/10/2024	30/10/2024	3	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	28959.84	17.00	127.59	61	b	

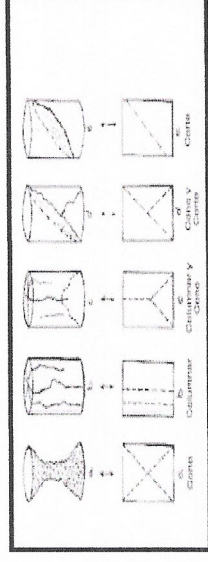
MARCA DE EQUIPO:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio:

Firma:

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 3489-0

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Güemes Joel Valdivia SIBERTEC
TECNICO EN LABORATORIO



CIEXLIAN
Contratistas S.A.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950588432
943450291

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2, CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA Nº	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACION DRSCRIPCION	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm2	CARGA ROTURA KG	DIAMETRO cm	RESISTENCIA Máxima Alcansada kg./cm ²	PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
	1	23/10/2024	30/10/2024	7	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	32450.34	14.99	183.88	88
2	23/10/2024	30/10/2024	7	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	30894.20	15.00	174.83	83	b
3	23/10/2024	30/10/2024	7	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	31632.69	15.00	179.00	85	b
4	23/10/2024	30/10/2024	7	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	29780.90	15.00	168.53	80	c

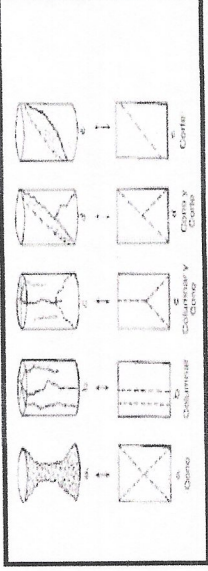
OBSERVACIONES:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio:

Firma:

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Trevanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer y del Vasquez Saldaña
TECNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2, CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACION DRSCRIPCION	DISEÑO Kg/cm2	CARGA ROTURA KG	DIAMETRO cm	RESISTENCIA	PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
			Máxima Alcansada kg./cm ²							
1	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	42212.70	15.00	238.87	114	c
2	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	40188.00	15.00	227.42	108	b
3	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	37624.74	15.00	212.91	101	b
4	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	40990.74	15.00	231.96	110	b

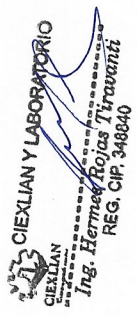
OBSERVACIONES:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Firma: _____

Técnico de Laboratorio: _____

EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%





RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA		EDAD (días)	IDENTIFICACION	DISEÑO	CARGA		DIAMETRO	RESISTENCIA		PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA				ROTURA	KG		Máxima Alcansada	%		
	1	23/10/2024	6/20/2024	28	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	44654.58	KG	15.00	252.69	120	c	
	2	23/10/2024	6/20/2024	28	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	42919.56	KG	15.00	242.87	116	b	
	3	23/10/2024	6/20/2024	28	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	50619.54	KG	15.00	286.45	136	b	
	4	23/10/2024	6/20/2024	28	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	45959.16	KG	15.00	260.08	124	b	

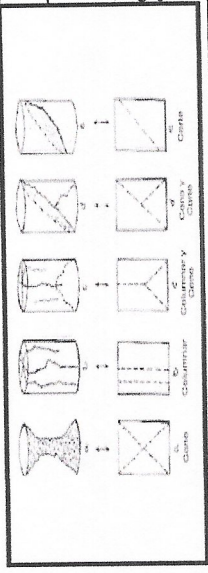
OBSERVACIONES:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Joel Vásquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACION AEREOS - TAYAL BAJO SEC	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA ROTURA KG	DIAMETRO cm	RESISTENCIA Máxima Alcansada kg./cm ²	PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
	1	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	52927.80	15.00	299.51	143
2	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	52342.32	15.00	296.20	141	b
3	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	53586.72	15.00	303.24	144	b
4	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	210	52554.48	15.00	297.40	142	b

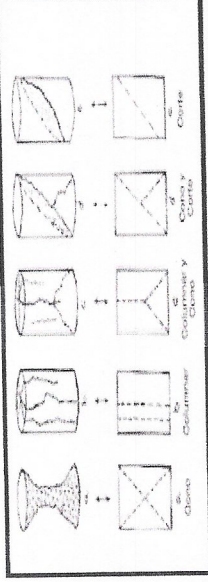
MARCA DE EQUIPO:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Ing. **Hermes Rojas Tiravanti**
 REG. CIP. 349540

CIEXLIAN Y LABORATORIO
 Ing. **Xosé Vázquez Saldaña**
 TÉCNICO EN LABORATORIO

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)

TESIS

“INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F’C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024”

TIPO DE CURADO

CURADO POR ASPERSIÓN (TIPO OBRA)

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS



Chota, Perú del 2024



CIEXLIAN
Contratando a la medida

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)**

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA N°	FECHA		FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA Máxima Alcanzada kg./cm ²	PORCENTAJE		TIPO DE FALLA
	FABRICACIÓN	ROTURA								%		
1	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por aspersión (tipo obra)	210	46925.10	15.00	265.54	126		b	
2	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por aspersión (tipo obra)	210	46506.90	15.00	263.17	125		c	
3	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por aspersión (tipo obra)	210	46432.22	15.00	262.75	125		c	
4	23/10/2024	18/12/2024	56	Curado por aspersión (tipo obra)	210	45405.30	15.00	256.94	122		b	

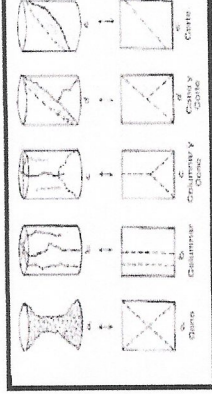
MARCA DE EQUIPO:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio:

Firma:

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN LABORATORIO
Ing. Yael Vásquez Salcedo
TÉCNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2, CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA	FECHA	EDAD	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA	CARGA ROTURA	DIÁMETRO	RESISTENCIA	PORCENTAJE	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA	(días)							
1		23/10/2024	20/11/2024	28	Curado por aspersion (tipo obra)	210	44465.38	15.00	251.62	120	b
2		23/10/2024	20/11/2024	28	Curado por aspersion (tipo obra)	210	43430.01	15.00	245.76	117	b
3		23/10/2024	20/11/2024	28	Curado por aspersion (tipo obra)	210	44398.58	15.00	251.24	120	b
4		23/10/2024	20/11/2024	28	Curado por aspersion (tipo obra)	210	44925.55	15.00	254.23	121	b

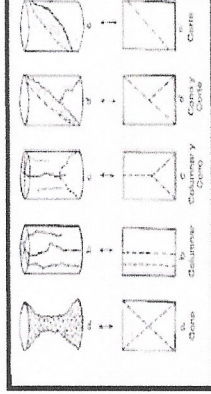
OBSERVACIONES:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Güner Joel Vasquez Salcedo
TÉCNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA FABRICACIÓN	FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA Kg/cm ²	CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA Máxima Alcanzada kg./cm ²	PORCENTAJE		TIPO DE FALLA
										%		
	1	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por aspersión (tipo obra)	210	36347.70	15.00	205.69	98		c
	2	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por aspersión (tipo obra)	210	35326.68	15.00	199.91	95		b
	3	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por aspersión (tipo obra)	210	35653.08	15.00	201.75	96		b
	4	23/10/2024	6/11/2024	14	Curado por aspersión (tipo obra)	210	34792.61	15.00	196.89	94		b

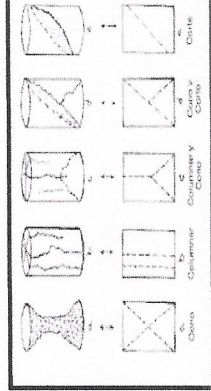
OBSERVACIONES:

Prensa de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



TIPO DE FALLAS

a	cono
b	columbar
c	columbar cono
d	cono corte
e	corte

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Héroles Rojas Travanzi
REG. CIP. 348940

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Héroles Rojas Travanzi
REG. CIP. 348940
TECNICO EN LABORATORIO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm². CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA		FECHA ROTURA	EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA		CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA				Kg/cm ²	Máxima Alcanzada kg./cm ²						
1		23/10/2024	30/10/2024		7	Curado por aspersión (tipo obra)	210		30359.28	15.00	171.80	82	b	
2		23/10/2024	30/10/2024		7	Curado por aspersión (tipo obra)	210		27240.12	15.00	154.15	73	c	
3		23/10/2024	30/10/2024		7	Curado por aspersión (tipo obra)	210		30160.38	15.00	170.67	81	c	
4		23/10/2024	30/10/2024		7	Curado por aspersión (tipo obra)	210		29128.14	15.00	164.83	78	c	

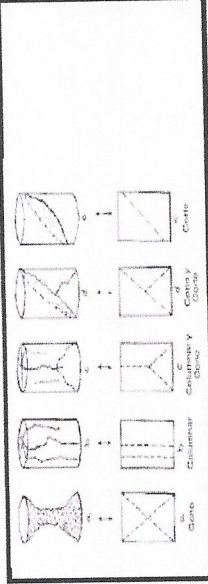
OBSERVACIONES:

Presna de Concreto: Marca TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ, Serie: 230801

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

EDAD(días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Glimer Yoel Vásquez Saldaña
TECNICO EN LABORATORIO



CIEXLIAN
Centros de Investigación y Análisis

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
(NTP 339.034)

CIEXLIAN S.R.L. - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL: 950589432
943450291

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN: CHOTA

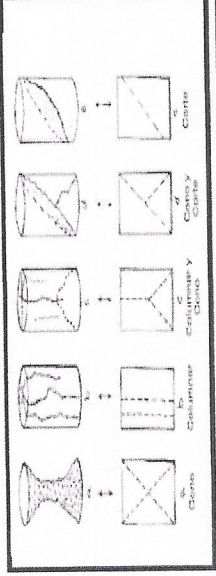
CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

PROBETA	N°	FECHA		EDAD (días)	IDENTIFICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA		CARGA ROTURA KG	DIÁMETRO cm	RESISTENCIA		PORCENTAJE %	TIPO DE FALLA
		FABRICACIÓN	ROTURA			Máxima Alcanzada	kg./cm ²						
	1	23/10/2024	27/10/2024	3	Curado por aspersion (tipo obra)	210	26069.88	15.00	147.53	70	c		
	2	23/10/2024	27/10/2024	3	Curado por aspersion (tipo obra)	210	28088.67	15.00	158.95	76	b		
	3	23/10/2024	27/10/2024	3	Curado por aspersion (tipo obra)	210	27183.18	15.00	153.83	73	b		
	4	23/10/2024	27/10/2024	3	Curado por aspersion (tipo obra)	210	28790.05	15.00	162.92	78	b		

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____


EDAD (días)	RESISTENCIA MINIMA (%)
7	70%
14	85%
28	100%



CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Piruantti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Joel Yaquez Salazar
TÉCNICO EN LABORATORIO

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE
PRESIÓN (NTP 339.046)

 CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. *Hermes Rojas Tiravanti*
REG. CIP. 348840



CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO
FRESCO METODO DE PRESIÓN (NTP 339.046)

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641
CEL.:950589432

Pa 1 de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

UBICACIÓN CHOTA

SOLICITANTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME: 22/12/2024

DATOS DE LA MUESTRA

CONCRETO: FC=210kg/cm²

CANTERA DE CHUYABAMBA 1/2		CANTERA DE CHUYABAMBA 3/4	
M1- M10	2.60	M40- M50	2.50
M10- M20	2.50	M50- M60	2.40
M20- M30	2.40	M60- M70	2.60
M30- M40	2.70	M70- M80	2.50
PROMEDIO	2.55	PROMEDIO	2.50
MÍNIMO	2.40	MÍNIMO	2.40
MÁXIMO	2.70	MÁXIMO	2.60
DESV.ESTANDAR	0.13	DESV.ESTANDAR	0.08
C.V	0.05	C.V	0.03



Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Construyendo nuestro futuro
.....
Gilmer Yoel Vásquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Construyendo nuestro futuro
.....
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046)

 CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. *Hermés Rojas Tiravanti*
REG. CIP. 348840



PESO UNITARIO DEL CONCRETO
(NTP 339.046)

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
: 20604291641 CEL:950589432

RUC

Pag: 1 de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME:

22/12/2024

DATOS DE LA MUESTRA

PROBETA	DESCRIPCIÓN	PESO DEL MOLDE(Kg)	PESO DE MOLDE + CONCRETO FRESCO(kg)	PESO CONCRETO FRESCO(kg)	DIÁMETRO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO(kg/m ³)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO(kg)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO (kg/cm ³)
M1	Expuesto al medio ambiente (en seco)	2.98	16.07	13.09	0.15	0.30	0.0053	2469.14	12.90	2434.00
M2		3.54	16.56	13.02	0.15	0.30	0.0053	2455.94	12.78	2410.00
M3		2.97	15.88	12.91	0.15	0.30	0.0053	2435.00	12.82	2418.00
M4		3.35	16.17	12.82	0.15	0.30	0.0053	2418.21	12.85	2424.00
M5		3.37	16.22	12.85	0.15	0.30	0.0053	2423.87	12.89	2432.00
M6		0.85	13.69	12.84	0.15	0.30	0.0053	2421.98	12.80	2415.00
M7		0.86	13.67	12.81	0.15	0.30	0.0053	2416.33	12.78	2410.00
M8		0.87	13.60	12.73	0.15	0.30	0.0053	2401.24	12.77	2408.00
M9		2.96	15.90	12.94	0.15	0.30	0.0053	2440.85	12.84	2422.00
M10		2.98	15.84	12.86	0.15	0.30	0.0053	2425.76	12.81	2416.00
M11		3.12	15.91	12.79	0.15	0.30	0.0053	2412.55	12.74	2404.00
M12		3.39	16.07	12.68	0.15	0.30	0.0053	2391.80	18.63	3514.00
M13		4.23	17.15	12.92	0.15	0.30	0.0053	2437.07	12.86	2425.00
M14		2.95	15.92	12.97	0.15	0.30	0.0053	2446.51	12.92	2437.00
M15		2.96	15.89	12.93	0.15	0.30	0.0053	2438.96	12.89	2431.00
M16		3.45	16.32	12.87	0.15	0.30	0.0053	2427.64	12.82	2419.00
M17		3.46	16.37	12.91	0.15	0.30	0.0053	2435.19	12.88	2429.00
M18		3.50	16.47	12.97	0.15	0.30	0.0053	2446.51	12.92	2437.00
M19		0.86	13.77	12.91	0.15	0.30	0.0053	2435.19	12.85	2423.00
M20		3.10	15.91	12.81	0.15	0.30	0.0053	2416.33	12.77	2409.00
PROMEDIO								2429.80	13.13	2475.85
MÍNIMO								2391.80	12.74	2404.00
MÁXIMO								2469.14	18.63	3514.00
DESV.ESTANDAR								18.22	1.30	244.56
C.V								0.01	0.10	0.10

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Gulmer Yoel Vásquez Saidafía
TÉCNICO EN LABORATORIO



PESO UNITARIO DEL CONCRETO
(NTP 339.046)

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
: 20604291641 CEL:950589432

RUC

Pag: 1de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME:

22/12/2024

DATOS DE LA MUJESTRA

PROBETA	DESCRIPCIÓN	PESO DEL MOLDE(Kg)	PESO DE MOLDE + CONCRETO FRESCO(kg)	PESO CONCRETO FRESCO(kg)	DIAMETRO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO(kg/m ³)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO(kg)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO (kg/cm ³)
M1	Recubrimiento húmedo (Curado usando mantos de frazadas)	0.69	13.47	12.78	0.15	0.30	0.0053	2410.67	12.73	2401.00
M2		0.67	13.57	12.90	0.15	0.30	0.0053	2433.30	12.85	2424.00
M3		4.23	17.16	12.93	0.15	0.30	0.0053	2438.96	12.90	2434.00
M4		2.85	15.72	12.87	0.15	0.30	0.0053	2427.64	12.81	2417.00
M5		3.25	16.06	12.81	0.15	0.30	0.0053	2416.33	12.78	2410.00
M6		2.98	24.79	21.81	0.15	0.30	0.0053	4113.98	12.77	2408.00
M7		2.97	15.94	12.97	0.15	0.30	0.0053	2446.51	12.92	2438.00
M8		2.97	15.80	12.83	0.15	0.30	0.0053	2420.10	12.80	2415.00
M9		2.96	15.85	12.89	0.15	0.30	0.0053	2431.42	12.81	2417.00
M10		2.98	15.91	12.93	0.15	0.30	0.0053	2438.96	12.88	2430.00
M11		0.89	13.73	12.84	0.15	0.30	0.0053	2421.98	12.85	2423.00
M12		0.87	13.65	12.78	0.15	0.30	0.0053	2410.67	12.75	2405.00
M13		0.86	13.80	12.94	0.15	0.30	0.0053	2440.85	12.91	2436.00
M14		4.32	17.24	12.92	0.15	0.30	0.0053	2437.07	12.90	2433.00
M15		4.35	17.21	12.86	0.15	0.30	0.0053	2425.76	12.83	2421.00
M16		4.34	17.23	12.89	0.15	0.30	0.0053	2431.42	12.87	2427.00
M17		0.84	13.80	12.96	0.15	0.30	0.0053	2444.62	12.90	2433.00
M18		4.45	17.24	12.79	0.15	0.30	0.0053	2412.55	12.76	2406.00
M19		3.58	16.42	12.84	0.15	0.30	0.0053	2421.98	12.81	2416.00
M20		0.87	13.84	12.97	0.15	0.30	0.0053	2446.51	12.92	2438.00
PROMEDIO								2513.56	12.84	2421.60
MINIMO								2410.67	12.73	2401.00
MÁXIMO								4113.98	12.92	2438.00
DESV.ESTANDAR								376.88	0.06	11.80
C.V								0.15	0.00	0.00

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gulmer Yoel Vasquez Saldafia
TÉCNICO EN LABORATORIO



PESO UNITARIO DEL CONCRETO
(NTP 339.046)

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
: 20604291641 CEL:950589432

RUC

Pag: 1 de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME:

22/12/2024

DATOS DE LA MUESTRA

PROBETA	DESCRIPCIÓN	PESO DEL MOLDE(Kg)	PESO DE MOLDE + CONCRETO FRESCO(kg)	PESO CONCRETO FRESCO(kg)	DIAMETRO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO(kg/m ³)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO(kg)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO (kg/cm ³)
M1	Curado por inmersión continua en agua (tipo probetas de laboratorio)	2.98	16.07	13.09	0.15	0.30	0.0053	2469.14	13.06	2463.48
M2		3.54	16.56	13.02	0.15	0.30	0.0053	2455.94	13.00	2452.17
M3		2.97	15.88	12.91	0.15	0.30	0.0053	2435.00	12.89	2431.42
M4		0.80	13.62	12.82	0.15	0.30	0.0053	2418.21	12.80	2414.00
M5		2.96	15.81	12.85	0.15	0.30	0.0053	2423.87	12.82	2418.00
M6		3.50	16.44	12.94	0.15	0.30	0.0053	2440.85	12.89	2431.00
M7		3.89	16.84	12.95	0.15	0.30	0.0053	2442.73	12.92	2438.00
M8		3.68	16.58	12.90	0.15	0.30	0.0053	2433.30	12.88	2430.00
M9		0.90	13.71	12.81	0.15	0.30	0.0053	2416.33	12.77	2408.00
M10		2.96	15.81	12.85	0.15	0.30	0.0053	2423.87	12.81	2416.00
M11		3.40	16.26	12.86	0.15	0.30	0.0053	2425.76	12.83	2420.00
M12		2.89	15.83	12.94	0.15	0.30	0.0053	2440.85	12.91	2436.00
M13		3.68	17.62	13.94	0.15	0.30	0.0053	2629.48	12.77	2408.78
M14		3.94	18.88	14.94	0.15	0.30	0.0053	2818.10	12.90	2433.00
M15		2.89	15.87	12.98	0.15	0.30	0.0053	2448.39	12.95	2442.00
M16		3.40	16.34	12.94	0.15	0.30	0.0053	2440.85	12.90	2433.00
M17		0.80	13.65	12.85	0.15	0.30	0.0053	2423.87	12.81	2416.00
M18		2.92	15.71	12.79	0.15	0.30	0.0053	2412.55	12.77	2408.00
M19		3.20	16.13	12.93	0.15	0.30	0.0053	2438.96	12.91	2436.00
M20		2.68	15.49	12.81	0.15	0.30	0.0053	2416.33	12.77	2408.00
PROMEDIO								2462.72	12.87	2427.14
MÍNIMO								2412.55	12.77	2408.00
MÁXIMO								2818.10	13.06	2463.48
DESV.ESTANDAR								95.46	0.08	15.47
C.V								0.04	0.01	0.01

Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hernes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Yoel Vásquez Saldarña
TÉCNICO EN LABORATORIO



PESO UNITARIO DEL CONCRETO
(NTP 339.046)

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
: 20604291641 CEL:950589432

RUC

Pag: 1 de 1

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

FECHA DE INFORME:

22/12/2024

DATOS DE LA MUESTRA

PROBETA	DESCRIPCIÓN	PESO DEL MOLDE(Kg)	PESO DE MOLDE + CONCRETO FRESCO(kg)	PESO CONCRETO FRESCO(kg)	DIAMETRO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO(kg/m ³)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO(kg)	PESO DEL CONCRETO ENDURECIDO (kg/cm ³)
M1	Curado por aspersion (tipo obra)	0.68	13.77	12.87	0.15	0.30	0.0053	2427.64	12.84	2422.00
M2		3.56	16.48	12.92	0.15	0.30	0.0053	2437.07	12.89	2432.00
M3		2.45	15.39	12.94	0.15	0.30	0.0053	2440.85	12.91	2436.00
M4		2.78	15.64	12.86	0.15	0.30	0.0053	2425.76	12.83	2420.00
M5		2.76	15.55	12.79	0.15	0.30	0.0053	2412.55	12.76	2406.00
M6		2.78	15.55	12.77	0.15	0.30	0.0053	2408.78	12.74	2404.00
M7		4.00	16.93	12.93	0.15	0.30	0.0053	2438.96	12.90	2433.00
M8		4.44	18.37	13.93	0.15	0.30	0.0053	2627.59	12.88	2429.53
M9		3.68	16.50	12.82	0.15	0.30	0.0053	2418.21	12.79	2412.00
M10		2.78	15.68	12.90	0.15	0.30	0.0053	2433.30	12.86	2426.00
M11		3.98	16.89	12.91	0.15	0.30	0.0053	2435.19	12.89	2432.00
M12		4.89	17.66	12.77	0.15	0.30	0.0053	2408.78	12.74	2404.00
M13		3.67	16.52	12.85	0.15	0.30	0.0053	2423.87	12.83	2420.00
M14		4.56	17.44	12.88	0.15	0.30	0.0053	2429.53	12.84	2422.00
M15		2.88	15.83	12.95	0.15	0.30	0.0053	2442.73	12.91	2436.00
M16		3.45	16.37	12.92	0.15	0.30	0.0053	2437.07	12.90	2433.00
M17		2.63	15.56	12.93	0.15	0.30	0.0053	2438.96	12.89	2432.00
M18		3.89	16.68	12.79	0.15	0.30	0.0053	2412.55	12.77	2408.00
M19		4.32	17.30	12.98	0.15	0.30	0.0053	2448.39	12.94	2440.00
M20		2.98	15.79	12.81	0.15	0.30	0.0053	2416.33	12.78	2410.00
PROMEDIO								2438.21	12.84	2422.88
MINIMO								2408.78	12.74	2404.00
MÁXIMO								2627.59	12.94	2440.00
DESV.ESTANDAR								46.17	0.06	11.85
C.V								0.02	0.00	0.00


Técnico de Laboratorio: _____

Firma: _____

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gulmer Yori Vásquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

VISTA DE FISURAS, AGRIETAMIENTO U OTROS EN
ESTADO ENDURECIDO

 CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. *Hermes Rojas Tiravani*
REG. CIP. 348840



VISTA DE FISURAS, AGRIETAMIENTO U OTROS EN
PROBETAS EN ESTADO ENDURECIDO

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641 CEL:950589432

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO:	INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm ² , CHOTA, 2024												
CANTERAS:	AF.CONCHAN - A.G.CHUYABAMBA												
CLIENTE:	GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS												
DATOS DE LA MUESTRA													
EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE (EN SECO)													
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	3	30	15	176.71	30.04	176.71	19.44	1413.72	282.74	1767.15	332.22	18.80%	47
2	3	30	15	176.71	21.21	176.71	20.04	1413.72	169.65	1767.15	210.89	11.93%	52
3	3	30.4	15	176.71	25.34	176.71	28.27	1432.57	114.88	1786.00	168.50	9.43%	55
4	3	30.2	15	176.71	28.27	176.71	23.58	1423.14	199.24	1776.57	251.09	14.13%	50
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	7	30.3	14.99	176.48	23.53	176.48	23.53	1426.90	156.96	1779.86	204.02	11.46%	50
2	7	30.5	15	176.71	21.21	176.71	24.74	1437.28	186.85	1790.71	232.79	13.00%	55
3	7	30	15	176.71	31.81	176.71	26.51	1413.72	268.61	1767.15	326.92	18.50%	52
4	7	30	15	176.71	25.34	176.71	21.81	1413.72	140.33	1767.15	187.48	10.61%	57
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	14	30	15	176.71	33.58	176.71	21.21	1413.72	240.33	1767.15	295.11	16.70%	48
2	14	30.4	15	176.71	15.34	176.71	26.51	1432.57	143.26	1786.00	185.11	10.36%	49
3	14	30.3	15	176.71	28.27	176.71	26.51	1427.85	142.74	1781.28	197.52	11.09%	54
4	14	30.5	15	176.71	24.74	176.71	28.27	1437.28	143.73	1790.71	196.74	10.99%	58
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	28	30	15	176.71	22.97	176.71	33.58	1413.72	268.61	1767.15	325.15	18.40%	59
2	28	30.5	15	176.71	20.04	176.71	26.51	1437.28	144.34	1790.71	190.89	10.66%	55
3	28	30	15	176.71	24.74	176.71	30.04	1413.72	268.61	1767.15	323.39	18.30%	56
4	28	30	15	176.71	24.74	176.71	22.97	1413.72	154.47	1767.15	202.18	11.44%	45
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	56	30	15	176.71	28.27	176.71	28.27	1413.72	169.65	1767.15	226.19	12.80%	53
2	56	30	15	176.71	28.27	176.71	26.51	1413.72	126.19	1767.15	180.98	10.24%	46
3	56	30	15	176.71	22.97	176.71	21.21	1413.72	254.47	1767.15	298.65	16.90%	47
4	56	30.2	15	176.71	21.81	176.71	21.81	1423.14	156.55	1776.57	200.16	11.27%	55
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (m ²)	Área con fisuras en la base (m ²)	Área en el fondo (m ²)	Área con fisuras en el fondo (m ²)	Área lateral (m ²)	Área con fisuras laterales (m ²)	Área total (m ²)	Área total de fisuras (m ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	56	30	15	176.71	28.27	176.71	28.27	1413.72	169.65	1767.15	226.19	12.80%	53
2	56	30	15	176.71	28.27	176.71	26.51	1413.72	126.19	1767.15	180.98	10.24%	46
3	56	30	15	176.71	22.97	176.71	21.21	1413.72	254.47	1767.15	298.65	16.90%	47
4	56	30.2	15	176.71	21.81	176.71	21.81	1423.14	156.55	1776.57	200.16	11.27%	55
Técnico de Laboratorio:													
Firma													

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Yael Vargas Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO



VISTA DE FISURAS, AGRIETAMIENTO U OTROS EN
PROBETAS EN ESTADO ENDURECIDO

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641 CEL:950589432

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2, CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - A.G.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

DATOS DE LA MUESTRA

RECUBRIMIENTO HÚMEDO (CURADO USANDO MANTOS DE FRAZADAS)

Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm2)	Área con fisuras en la base (cm2)	Área en el fondo (cm2)	Área con fisuras en el fondo (cm2)	Área lateral (cm2)	Área con fisuras laterales (cm2)	Área total (cm2)	Área total de fisuras (cm2)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	3	30	15	176.71	0.53	176.71	0.00	1413.72	9.90	1767.15	10.43	0.59%	59
2	3	30.4	15	176.71	0.00	176.71	1.41	1432.57	8.60	1786.00	10.01	0.56%	46
3	3	30	15	176.71	0.00	176.71	0.88	1413.72	0.00	1767.15	0.88	0.05%	49
4	3	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	2.83	1767.15	2.83	0.16%	54
1	7	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	55
2	7	30	15	176.71	0.18	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.18	0.01%	54
3	7	30	15	176.71	1.24	176.71	0.35	1413.72	1.41	1767.15	3.00	0.17%	52
4	7	30.3	15	176.71	0.53	176.71	1.77	1427.85	8.42	1781.28	10.72	0.60%	56
1	14	30	15	176.71	0.88	176.71	0.18	1413.72	1.41	1767.15	2.47	0.14%	49
2	14	30	15	176.71	1.24	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	1.24	0.07%	57
3	14	30.3	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1427.85	0.00	1781.28	0.00	0.00%	46
4	14	30	15	176.71	0.00	176.71	1.41	1413.72	2.83	1767.15	4.24	0.24%	51
1	28	30	15	176.71	0.53	176.71	0.35	1413.72	0.00	1767.15	0.88	0.05%	53
2	28	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	51
3	28	30	15	176.71	0.71	176.71	0.88	1413.72	1.65	1767.15	3.25	0.18%	51
4	28	30.4	15	176.71	0.88	176.71	0.71	1432.57	8.33	1786.00	9.92	0.56%	50
1	56	30.4	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1432.57	0.00	1786.00	0.00	0.00%	45
2	56	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	48
3	56	30	15	176.71	0.00	176.71	0.53	1413.72	0.00	1767.15	0.53	0.03%	51
4	56	30.5	15	176.71	1.06	176.71	0.35	1437.28	8.37	1790.71	9.79	0.55%	47

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Güner Joel Viquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO



VISTA DE FISURAS, AGRIETAMIENTO U OTROS EN
PROBETAS EN ESTADO ENDURECIDO

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641 CEL:950589432

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

DATOS DE LA MUESTRA

CURADO POR INMERSIÓN CONTINUA EN AGUA (TIPO PROBETAS DE LABORATORIO)

Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	3	30.2	15	176.71	0.71	176.71	0.35	1423.14	4.27	1776.57	5.33	0.30%	46
2	3	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	56
3	3	30.4	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1432.57	0.00	1786.00	0.00	0.00%	56
4	3	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	1.41	1767.15	1.41	0.08%	59
1	7	30.2	14.99	176.48	0.00	176.48	0.00	1422.19	0.00	1775.15	0.00	0.00%	58
2	7	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	60
3	7	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	47
4	7	30.3	15	176.71	0.18	176.71	0.35	1427.85	5.14	1781.28	5.67	0.32%	60
1	14	30	15	176.71	0.18	176.71	0.71	1413.72	5.07	1767.15	5.95	0.34%	54
2	14	30	15	176.71	0.18	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.18	0.01%	51
3	14	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	48
4	14	30.2	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1423.14	0.00	1776.57	0.00	0.00%	49
1	28	30.4	15	176.71	0.71	176.71	0.53	1432.57	5.16	1786.00	6.40	0.36%	53
2	28	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.00	0.00%	53
3	28	30.3	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1427.85	0.00	1781.28	0.00	0.00%	45
4	28	30	15	176.71	0.71	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.71	0.04%	56
1	56	30	15	176.71	0.35	176.71	0.35	1413.72	0.00	1767.15	0.71	0.04%	50
2	56	30.3	15	176.71	0.28	176.71	0.00	1427.85	0.00	1781.28	0.28	0.02%	60
3	56	30	15	176.71	0.25	176.71	0.00	1413.72	0.00	1767.15	0.25	0.01%	51
4	56	30.2	15	176.71	0.28	176.71	0.00	1423.14	0.00	1776.57	0.28	0.02%	46

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348340

CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Gilmer Joel Vázquez Saldarña
TÉCNICO EN LABORATORIO



**VISTA DE FISURAS, AGRIETAMIENTO U OTROS EN
PROBETAS EN ESTADO ENDURECIDO**

CIEXLIAN S.R.L - LABORATORIO
RUC : 20604291641 CEL:950589432

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2, CHOTA, 2024

CANTERAS: AF.CONCHAN - AG.CHUYABAMBA

CLIENTE: GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

DATOS DE LA MUESTRA


CURADO POR ASPERSIÓN (TIPO OBRA)

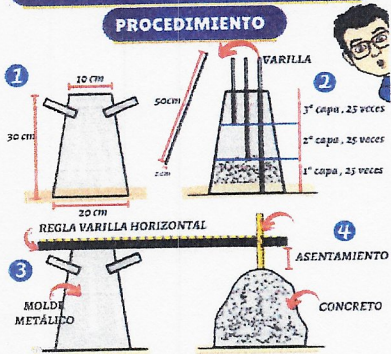
Probeta	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área en la base (cm ²)	Área con fisuras en la base (cm ²)	Área en el fondo (cm ²)	Área con fisuras en el fondo (cm ²)	Área lateral (cm ²)	Área con fisuras laterales (cm ²)	Área total (cm ²)	Área total de fisuras (cm ²)	Porcentaje (%)	Tiempo de fraguado (min)
1	3	30.3	15	176.71	3.53	176.71	7.07	1427.85	28.56	1781.28	39.16	2.20%	54
2	3	30	15	176.71	0.00	176.71	3.53	1413.72	10.69	1767.15	14.22	0.80%	49
3	3	30.4	15	176.71	1.77	176.71	5.30	1432.57	28.65	1786.00	35.72	2.00%	54
4	3	30	15	176.71	0.00	176.71	7.07	1413.72	10.69	1767.15	17.75	1.00%	57
1	7	30.4	15	176.71	1.77	176.71	5.30	1432.57	14.33	1786.00	21.39	1.20%	54
2	7	30.4	15	176.71	7.07	176.71	5.30	1432.57	42.98	1786.00	55.35	3.10%	51
3	7	30.4	15	176.71	0.00	176.71	3.53	1432.57	0.00	1786.00	3.53	0.20%	50
4	7	30	15	176.71	1.77	176.71	8.84	1413.72	14.14	1767.15	24.74	1.40%	57
1	14	30	15	176.71	5.30	176.71	8.84	1413.72	0.00	1767.15	14.14	0.80%	49
2	14	30	15	176.71	0.00	176.71	1.77	1413.72	0.00	1767.15	1.77	0.10%	46
3	14	30.1	15	176.71	1.77	176.71	3.53	1418.43	0.00	1771.86	5.30	0.30%	58
4	14	30	15	176.71	0.00	176.71	0.00	1413.72	14.14	1767.15	14.14	0.80%	47
1	28	30	15	176.71	0.00	176.71	3.53	1413.72	14.14	1767.15	17.67	1.00%	57
2	28	30.4	15	176.71	0.00	176.71	1.77	1432.57	11.63	1786.00	13.40	0.75%	51
3	28	30	15	176.71	0.00	176.71	3.53	1413.72	12.41	1767.15	15.95	0.90%	57
4	28	30	15	176.71	0.00	176.71	8.84	1413.72	14.14	1767.15	22.97	1.30%	50
1	56	30.3	15	176.71	0.00	176.71	5.30	1427.85	18.56	1781.28	23.86	1.34%	47
2	56	30.5	15	176.71	5.30	176.71	5.30	1437.28	57.49	1790.71	68.09	3.80%	48
3	56	30.2	15	176.71	7.07	176.71	3.53	1423.14	56.93	1776.57	67.53	3.80%	56
4	56	30	15	176.71	0.00	176.71	1.77	1413.72	12.41	1767.15	14.18	0.80%	46

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
REG. CIP. 348840

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Joel Viquez Saldaña
TÉCNICO EN LABORATORIO

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (NTP 339.035)
TEMPERATURA (°C)(NTP 339.184)

 CIEXLIAN Y LABORATORIO
CIEXLIAN
Ing. *Hermes Rojas Tiravanti*
REG. CIP. 348840

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO NTP 339.035****TEMPERATURA (°C) (NTP 339.184)****LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO****TESIS** INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024**SOLICITANTE** GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS**CANTERA** AF.CONCHAN - AG.DE CHUYABAMBA**MATERIAL** ARENA ZARANDAEDA Y PIEDRA FRACTURADA**ESTRUCTURA** DIFERENTES ESTRUCTURAS**Tam.Max.** 1" **FECHA INFORME** 22/12/2024**SLUMP****PRUEBA DEL SLUMP****PROCESO DE ENSAYO****CONSISTENCIA EN CONO**

CAPAS	N° DE GOLPES	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTOS (cm)	
1	25	SECA	0	5.08
2	25	PLÁSTICA	7.62	10.16
3	25	FLUIDA	≥ 12.7	

SLUMP**TEMPERATURA (°C)**

PROBETA	SLUMP(pulg)	SLUMP (cm)	CONSISTENCIA	TEMPERATURA (°C)	
				AMBIENTAL	MEZCLA
M1- M10	3.50	8.89	PLÁSTICA	18.5	19.5
M10- M20	3.70	9.40	PLÁSTICA	18	19.5
M20- M30	3.80	9.65	PLÁSTICA	18	19.4
PROMEDIO	3.67	9.31	PLÁSTICA	18.17	19.47
MÍNIMO	3.50	8.89		18.00	19.40
MÁXIMO	3.80	9.65		18.50	19.50
DESV.ESTANDAR	0.15	0.39		0.29	0.06
C.V	0.04	0.04		0.02	0.00

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Gilmer Noel Vásquez Saldana
 TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
Ing. Hermes Rojas Tiravanti
 REG. CIP. 348840

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO NTP 339.035****TEMPERATURA (°C) (NTP 339.184)****LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

TESIS INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

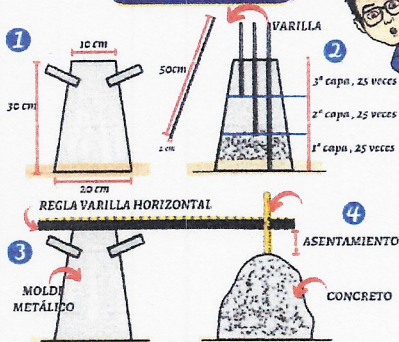
SOLICITANTE GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

CANTERA AF.CONCHAN - AG.DE CHUYABAMBA

MATERIAL ARENA ZARANDAEDA Y PIEDRA FRACTURADA

ESTRUCTURA DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tam.Max. 1" **FECHA INFORME** 22/12/2024

SLUMP**PRUEBA DEL SLUMP****PROCEDIMIENTO**

PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	Nº DE GOL.PES	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTOS (cm)
1	25	SECA	0 5.08
2	25	PLÁSTICA	7.62 10.16
3	25	FLUIDA	≥ 12.7

SLUMP**TEMPERATURA (°C)**

PROBETA	SLUMP(pulg)	SLUMP (cm)	CONSISTENCIA	AMBIENTAL	MEZCLA
M30- M40	3.30	8.38	PLASTICA	18.5	19.5
M40- M50	3.70	9.40	PLASTICA	19	20.3
M50- M60	3.40	8.64	PLASTICA	18.5	20
PROMEDIO	3.47	8.81	PLASTICA	18.67	19.93
MINIMO	3.30	8.38		18.50	19.50
MÁXIMO	3.70	9.40		19.00	20.30
DESV.ESTANDAR	0.21	0.53		0.29	0.40
C.V	0.06	0.06		0.02	0.02

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO

 Gilmer Joel Vasquez Saldaña
 TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO

 Ing. Hermes Rojas Tiravanti
 REG. CIP. 348840



ASENTAMIENTO DEL CONCRETO NTP 339.035

TEMPERATURA (°C) (NTP 339.184)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

TESIS

INFLUENCIA DE TIPOS Y TIEMPOS DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 Kg/cm², CHOTA, 2024

SOLICITANTE

GISELA JOHANA HERRERA CAMPOS

CANTERA

AF.CONCHAN - AG.DE CHUYABAMBA

MATERIAL

ARENA ZARANDAEDA Y PIEDRA FRACTURADA

ESTRUCTURA

DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tam.Max.

1"

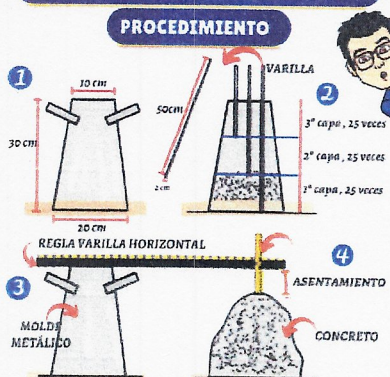
FECHA INFORME

22/12/2024

SLUMP

PRUEBA DEL SLUMP

PROCEDIMIENTO



PROCESO DE ENSAYO

CONSISTENCIA EN CONO

CAPAS	Nº DE GOLPES	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTOS (cm)	
1	25	SECA	0	5.08
2	25	PLÁSTICA	7.62	10.16
3	25	FLUIDA	≥ 12.7	

SLUMP

TEMPERATURA (°C)

PROBETA	SLUMP(pulg)	SLUMP (cm)	CONSISTENCIA	AMBIENTAL	MEZCLA
M60- M70	3.60	9.14	PLASTICA	18.2	19.8
M70- M80	3.30	8.38	PLASTICA	18.7	19.7
PROMEDIO	3.450	8.763	PLASTICA	18.450	19.750
MINIMO	3.30	8.38		18.20	19.70
MÁXIMO	3.60	9.14		18.70	19.80
DESV.ESTANDAR	0.21	0.54		0.35	0.07
C.V	0.06	0.06		0.02	0.00

Técnico de Laboratorio:

FIRMA

CIEXLIAN Y LABORATORIO
 CIEXLIAN
 Gilmer Yael Velásquez Saldana
 TÉCNICO EN LABORATORIO

CIEXLIAN Y LABORATORIO
 CIEXLIAN
 Ing. Hermes Rojas Tiravanti
 REG. CIP. 348840